

Rec'd 06 JUL 2003

10541483

PCT/JP2004/000611

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

23.1.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 1月27日

出願番号
Application Number: 特願2003-017562
[ST. 10/C]: [JP2003-017562]

出願人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

RECEIVED

11 MAR

RECEIVED

11 MAR 2004

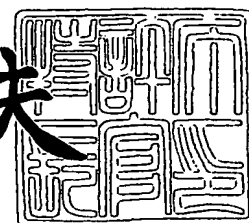
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3013693

【書類名】 特許願

【整理番号】 020915JP

【提出日】 平成15年 1月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 29/02

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 片岡 顕二

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 日下 康

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 田崎 弘樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100107331

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 中村 聡延

 【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

 【識別番号】 100099645

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山本 晃司

 【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

【識別番号】 100104765

【弁理士】

【氏名又は名称】 江上 達夫

【電話番号】 03-5524-2323

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 131957

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の停止制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 機関停止時に前記機関の燃焼を制御する燃焼制御手段と、前記機関の慣性エネルギーを所定の状態にする慣性エネルギー制御手段と、前記慣性エネルギーを利用して、前記機関を所定のクランク角度位置に停止させる停止制御手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の停止制御装置。

【請求項 2】 前記慣性エネルギー制御手段は、前記機関の回転数を所定回転数範囲内となるように制御することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 3】 前記慣性エネルギー制御手段は、前記機関を駆動するモータにより前記慣性エネルギーを制御することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 4】 前記モータにより前記機関の回転数を所定回転数範囲内となるように制御している状態で前記機関に始動要求が発生した場合には、前記モータによる駆動を継続したまま、前記機関の燃焼を開始することを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 5】 前記停止制御手段は、前記機関を駆動するモータにより前記機関に制御力を付与して前記機関を所定のクランク角度位置に停止させることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 6】 前記停止制御手段は、前記機関が所定のクランク角度位置に停止しないと推定されるときには、前記機関を駆動するモータにより前記機関に制御力を付与することを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 7】 前記機関のアイドル回転数を検出する検出手段を備え、前記停止制御手段は、前記アイドル回転数が所定値以上のときには前記機関の停止を禁止することを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 8】 前記機関のアイドル回転数を検出する検出手段を備え、前記燃焼制御手段は、前記アイドル回転数が所定値以下のときには、前記機関の燃焼の停止前に、前記機関の燃焼を増加させて前記機関の回転数を上昇さ

せることを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項9】 前記慣性エネルギー制御手段が前記機関の回転数を所定回転数範囲内となるように制御するときには、前記燃焼制御手段は前記機関の燃焼を停止することを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項10】 前記機関の停止制御を行うときに、前記機関の負荷を低減する手段を備えることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の停止制御装置に関し、特に始動時に必要とされるエネルギーが最小となる位置で内燃機関を停止するための停止制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近時、環境保全若しくは省資源エネルギー化等の観点から、アイドリング時の燃料消費量及び排出ガスの低減などを図るため、車両が停止すると内燃機関（以下、「エンジン」ともいう。）を自動停止し、停止状態から発進指示があるとエンジンを自動的に再始動して車両を発進させるエンジン停止始動制御装置が知られている。この制御は、「アイドリングストップ」などとも呼ばれている。

【0003】

アイドリングストップ技術を自動的に行う場合、エンジンの始動時の必要エネルギーを最小とするためには、エンジンの停止位置を制御することが有効であることがわかってきている。エンジン始動時の必要エネルギーを最小とすることにより、モータジェネレータ（MG）などの、アイドリングストップ後のエンジン始動装置を小型化できるとともに、電気エネルギーを少なくすることで、バッテリーの寿命を長くすることができるという利点がある。

【0004】

エンジンの停止位置を制御する手法としては、特定の気筒が所定のクランク角度となったときに燃料カットを行う方法や、エンジン停止時におけるコンプレッ

シヨントルクの予想値を設定しておき、これと同等のトルクを発生させてコンプレッショントルクとつり合わせ、エンジンを所望の位置で停止させる方法などが知られている。

【0005】

また、エンジン始動時における始動性の向上を図るため、エンジン停止後にスタータを正転させたとき、クランク角度がスタータの始動トルクが増大するクランク角度停止位置であったときは、次のエンジン始動までの間に、その始動トルクが小さくなるクランク角度停止位置までクランクシャフトを逆転させておくエンジン始動装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0006】

【特許文献1】

特開2000-283010号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、エンジンを所望の位置で停止させるために特定の気筒から所定のクランク角にて燃料カットを行う方法の場合、燃料カット実行時における補機類などのエンジン負荷の状態や、燃料カット直前のエンジン回転数などは、必ずしも毎回一定ではないため、燃料カットを実行してから実際にエンジンが停止するまでの間のエンジン回転数の落ち込み方に変動が生じうる。このような変動は、例えば小さな量であったとしても、積算されて結果的には大きな相違となり、エンジン停止位置を常に一定に制御することは現実的には難しくなる。

【0008】

また、エンジン停止時にコンプレッショントルクのつりあいを利用してエンジン停止位置を制御する方法の場合、まずコンプレッショントルクの値を正確に予想することが難しい。これは、コンプレッショントルクの値が、ピストンリングから漏れる空気量により影響を受け、車両の速度によって変化するからである。さらに、コンプレッショントルクとつり合わせるためには、大きなトルクを発生させる必要があるため、大きなモータが必要となり、電力消費も大きくなるという問題がある。

【0009】

また、エンジン停止後にモータを使用して始動トルクが小さくなる位置までクランク角を移動させておく方法の場合も、一旦エンジンが停止した後でクランクシャフトを回転させるためには大きなトルクを必要とするため、やはり大型のモータが必要となるという問題がある。

【0010】

本発明は、以上の点に鑑みてなされたものであり、小さなエネルギーで、所望の停止位置に正確に機関を停止することが可能な内燃機関の停止制御装置を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の1つの観点では、内燃機関の停止制御装置は、機関停止時に前記機関の燃焼を制御する燃焼制御手段と、前記機関の慣性エネルギーを所定の状態にする慣性エネルギー制御手段と、前記慣性エネルギーを利用して、前記機関を所定のクランク角度位置に停止させる停止制御手段と、を備える。

【0012】

上記の停止制御装置によれば、内燃機関の停止時には、機関の燃焼を制御するとともに、機関の慣性エネルギーを所定の状態にする。そして、そのように制御された慣性エネルギーを利用して、機関を所定のクランク角度位置に停止する。

【0013】

このように、慣性エネルギーを制御し、それを利用して機関を所定のクランク角度位置に停止させるので、機関の停止位置を制御するために多くのエネルギーを必要とすることがなく、停止制御に要するエネルギーを軽減することができる。また、停止制御に利用される慣性エネルギーは常に所定の状態となるように制御されるので、毎回確実に適正な位置で機関を停止させることが可能となる。

【0014】

上記の内燃機関の停止制御装置の一態様では、前記慣性エネルギー制御手段は、前記機関の回転数を所定回転数範囲内となるように制御する。機関の慣性エネルギーは、一般的に機関の回転数と関連があり、機関の慣性エネルギーの制御は

機関の回転数を制御することにより実施することができる。よって、機関の回転数を所定回転数範囲内となるように制御することで、機関の慣性エネルギーを正確に制御することが可能となる。

【0015】

上記の内燃機関の停止制御装置の一態様では、前記機関を駆動するモータにより前記慣性エネルギーを制御することができる。よって、車両に搭載されているモータを利用することにより、慣性エネルギーの制御が可能となる。例えば、アイドリングストップ機構を有するいわゆるエコラン車両や、ハイブリッド車両などには、機関の回転軸に駆動力を付与できるモータジェネレータなどが搭載されているので、それを利用することにより、慣性エネルギーを制御することができる。

【0016】

上記の内燃機関の停止制御装置の他の一態様では、前記慣性エネルギー制御手段は、前記モータにより前記機関の回転数を所定回転数範囲内となるように制御している状態で前記機関に始動要求が発生した場合には、前記モータによる駆動を継続したまま、前記機関の燃焼を開始する。アイドリングストップなどによる内燃機関の自動停止制御においてモータによる前記機関の回転数を制御している間であっても、車両の発進指示など、機関の始動要求が発生した場合には、モータによる駆動を継続したまま、機関の燃焼を再開して機関を始動させることができる。よって、停止制御中であっても、始動要求があった場合には迅速に機関を再始動することができる。

【0017】

上記の内燃機関の停止制御装置の一態様では、前記停止制御手段は、前記機関を駆動するモータにより前記機関に制御力を付与して前記機関を所定のクランク角度位置に停止させる。慣性エネルギーを利用して機関を所定のクランク角度位置に停止させる際、必要に応じてモータにより、駆動（アシスト）力又は制動（ブレーキ）力を付与することにより、停止位置制御の精度を向上させることができる。

【0018】

上記の内燃機関の停止制御装置の一態様では、前記停止制御手段は、前記機関が所定のクランク角度位置に停止しないと推定されるときには、前記機関を駆動するモータにより前記機関に制御力を付与する。これにより、所定の状態に制御された慣性エネルギーによっては所定のクランク角度位置に機関を停止できないことが予想される場合には、モータにより制御力を付与することにより、機関を所定のクランク角度位置に停止できるように制御することができる。

【0019】

上記の内燃機関の停止制御装置の一態様は、前記機関のアイドリング回転数を検出する検出手段を備え、前記停止制御手段は、前記アイドリング回転数が所定値以上のときには前記機関の停止を禁止する。機関の停止制御時に、アイドリング回転数が所定値よりも高い場合は、モータにより慣性エネルギーを制御する際の負荷が大きくなり、制御が不安定となるので、機関の停止を禁止して停止制御の失敗を防止することができる。

【0020】

上記の内燃機関の停止制御装置の一態様は、前記機関のアイドリング回転数を検出する検出手段を備え、前記燃焼制御手段は、前記アイドリング回転数が所定値以下のときには、前記機関の燃焼の停止前に、前記機関の燃焼を増加させて前記機関の回転数を上昇させる。機関の停止制御時にアイドリング回転数が所定値より低い場合は、適正な慣性エネルギーを得ることができなくなり、停止制御が失敗する可能性があるので、燃焼を増加させて回転数を上昇させてから、慣性エネルギーによる停止を行う。

【0021】

上記の内燃機関の停止制御装置の一態様では、前記慣性エネルギー制御手段が前記機関の回転数を所定回転数範囲内となるように制御するときには、前記燃焼制御手段は前記機関の燃焼を停止する。モータなどにより機関の回転数を制御する際には、機関の燃焼が継続していると、燃焼による回転数の変動が生じて回転数を安定的に制御することが困難となるので、機関の燃焼を停止した状態で慣性エネルギーの制御を行うことが好ましい。

【0022】

上記の内燃機関の停止制御装置の一態様は、前記機関の停止制御を行うときに、前記機関の負荷を低減する手段を備える。機関の停止制御を行う際に、例えばエアコンなど、機関の負荷があると、機関の回転数制御などに必要なエネルギーが大きくなるとともに、負荷の変動により制御も不安定となる。よって、停止制御を行う際には、機関の負荷をできる限り低減してから、停止制御を行うことが望ましい。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0024】

〔車両の構成〕

まず、本発明に係る内燃機関の停止制御装置を備える車両の概略構成を説明する。本発明に係る内燃機関の停止制御装置は、アイドリングストップ技術を適用したいわゆるエコラン車両又はハイブリット車両を対象とする。「エコラン車両」とは、主としてエンジンの始動を目的とした電動機（モータジェネレータ）を搭載し、アイドリングストップによるエンジンの停止後、モータジェネレータによりエンジンを自動的に再始動する車両である。また、「ハイブリット車両」とは、エンジン及びモータジェネレータをそれぞれ動力源とするパワートレインである。ハイブリット車両では、走行状態に応じてエンジン及びモータジェネレータの両者を協働させ、あるいは使い分けて、滑らかでレスポンスのよい動力性能を得ることができる。

【0025】

図1に、本発明に係る車両10のシステム構成を示す。

【0026】

車両10は、図1に示すように、DCスタータ1と、エンジン2と、エンジン2から出力される駆動力により発電すると共にエンジン2を始動する際のセルモータとして駆動可能なモータジェネレータ3と、モータジェネレータ3等を制御するためのモータ制御装置4と、モータ制御装置4を介してモータジェネレータ3等と電力の授受を行う電源装置5と、モータジェネレータ3、モータ制御装置

4 及び電源装置 5 を各々接続する電源ケーブル 6 と、エンジン 2 から発生する駆動力を車輪に伝える動力伝達装置 7 と、車輪 8 とを備える。

【0027】

次に、上記各構成について、図 1 を参照して説明する。

【0028】

DC スタータ 1 は、エンジン 2 を始動させる直流方式のセルモータである。DC スタータ 1 はシャフトを有し、イグニションスイッチが ON 状態とされることにより、12V 電源装置からの電力供給を受けて、そのシャフトを回転させる。DC スタータ 1 のシャフトが回転することにより、エンジン 2 のクランクシャフトが回され、エンジン 2 を始動する。具体的には、DC スタータ 1 のシャフトの先端部には、ピニオンギアが取り付けられている。ピニオンギアは、エンジン 2 のクランクシャフトに設けられたフライホイールのリングギアと噛み合っている。そのため、DC スタータ 1 は、エンジン 2 の始動により 12V 電源装置から電力供給を受けると、そのピニオンギアがフライホイールのリングギアと噛み合っており、フライホイールを回転させる。これにより、所定気筒数のピストンが連結されたクランクシャフトが回転させられるため、その回転駆動力によりエンジン 2 を始動することができる。なお、エンジンの始動のためにクランクシャフトを駆動することを「クランキング」と呼ぶ。

【0029】

エンジン 2 は、シリンダ内の混合気を爆発させて、動力を発生する内燃機関である。内燃機関には、ガソリンを燃料とするガソリンエンジン、又は軽油などを燃料とするディーゼルエンジンなどがある。ガソリンエンジンには、クランクシャフトが 2 回転する間に、吸気、圧縮、膨張、排気の 1 サイクルを完了して動力を発生する 4 サイクルガソリンエンジン、又はクランクシャフトが 1 回転する間に前記の 1 サイクルを完了する 2 サイクルガソリンエンジンがある。なお、本実施形態における車両 10 は、4 サイクルガソリンエンジンであるとする。

【0030】

図 2 にエンジン 2 の概略構成の一例を示す。

【0031】

シリンダヘッド 12 に形成された吸気ポート 24 は吸気バルブ 26 により開閉される。吸気ポート 24 への吸気の供給は、吸気通路 28 を介してなされる。吸気通路 28 にはサージタンク 30 が設けられ、サージタンク 30 の上流にはスロットルバルブ 32 が設けられている。スロットルバルブ 32 は電動モータ 34 により開度（スロットル開度 TA）が調整され、このスロットル開度 TA はスロットル開度センサ 36 により検出されている。

【0032】

エンジン 2 はいわゆるポート噴射型のエンジンであり、吸気ポート 24 に燃料噴射弁 14 が設けられている。吸気ポート 24 内の吸気と、吸気ポート 24 内に噴射された燃料により混合気が生じられ、シリンダブロック 16、ピストン 18 及びシリンダヘッド 12 により区画された燃焼室 20 内に導入される。燃焼室 20 の天井部分には点火プラグ 22 が配置され、吸気ポート 24 から導入された混合気に対して点火可能としている。なお燃料噴射弁 14 には高圧燃料ポンプ（図示略）からデリバリパイプ 14a を介して高圧燃料が供給されている。このことにより、圧縮行程末期においても燃料噴射弁 14 から燃焼室 20 内に燃料噴射が可能となっている。このデリバリパイプ 14a 内の燃料圧力は燃圧センサ 14b により検出されている。

【0033】

また、シリンダヘッド 12 に形成された排気ポート 38 は排気バルブ 40 により開閉される。燃焼室 20 から排気ポート 38 に排出された排気は、排気通路 42 及び排気浄化触媒（図示略）等を介して外部に排出される。

【0034】

燃焼室 20 内での混合気の燃焼に伴うピストン 18 の往復運動は、コンロッド 44 を介してクランクシャフト 46 の回転運動に変換される。クランクシャフト 46 は図示しないトルクコンバータや変速機を介して車輪 8 に動力を伝達している。

【0035】

また、このような動力伝達系とは別に、クランクシャフト 46 の一端は電磁クラッチ 48 を介してプーリ 50（以下、「クランクシャフトプーリ」とも呼ぶ。

）に接続されている。このプーリ 50 は、ベルト 52 により他の 3 つのプーリ 54, 56, 58 との間で動力の伝達が可能とされている。本例では、プーリ 54 によりエアコン用コンプレッサ 60 が駆動可能とされ、プーリ 56 によりパワーステアリングポンプ 62 が駆動可能とされている。もう一つのプーリ 58（以下、「MG プーリ」とも呼ぶ。）は、モータジェネレータ 3 に連結されている。モータジェネレータ 3 は MG プーリ 58 側からのエンジン駆動力により発電を行う発電機としての機能と、MG プーリ 58 側へモータジェネレータ 3 の駆動力を供給する電動機としての機能とを併せ持っている。

【0036】

マイクロコンピュータを中心として構成されている ECU 70 (Engine Control Unit) は、入出力装置、記憶装置、中央処理演算装置、などから構成され、車両 10 のシステムを統括制御する。ECU 70 は、エンジン 2 に搭載された各センサなどからの入力情報などに基づいて、車両 10 を最適な状態に制御する。具体的には、ECU 70 は、前述した燃圧センサ 14b から燃料圧力、スロットル開度センサ 36 からスロットル開度 TA、モータジェネレータ 3 内蔵の回転数センサからモータジェネレータ回転数、電源装置 5 の電圧あるいは充放電時の電流量、イグニッションスイッチ 72 のスイッチ状態、車速センサ 74 から車速 SPD、アクセル開度センサ 76 からアクセルペダルの踏み込み量（アクセル開度 ACCP）、ブレーキスイッチ 78 からブレーキペダルの踏み込み有無、エンジン回転数センサ 80 からクランクシャフト 46 の回転数（エンジン回転数 NE）、エアフロメータ 82 から吸入空気量 GA、冷却水温センサ 84 からエンジン冷却水温 THW、アイドルスイッチ 86 からアクセルペダルの踏み込み有無状態、排気通路 42 に設けられた空燃比センサ 88 から空燃比検出値 Vox、カム角センサ 92 から図示しないカムシャフトの回転位置を、それぞれ検出している。

【0037】

このようにして得られたデータに基づいて、ECU 70 は、電動モータ 34 を駆動してスロットル開度 TA を調整するとともに、燃料噴射弁 14 からの噴射時期を調整する。更に自動停止条件が成立すると、燃料噴射弁 14 からの燃料噴射を停止して、エンジン 2 の運転を自動停止させる。また、自動始動条件が成立す

るとモータジェネレータ 3 の駆動力により、プーリ 58、ベルト 52、プーリ 50 及び電磁クラッチ 48 を介してクランクシャフト 46 を回転させ、エンジン 2 を始動させる。更に、ECU 70 は、点火時期制御、その他の必要な制御を実行している。

【0038】

また、ECU 70 には、クランク角センサ 90 の検出信号が入力される。クランク角センサ 90 は、被検出物（例えば、金属など）を検出することが可能な磁気式センサなどであり、エンジン 2 内のクランクシャフト 46 近傍の所定の位置に設けられる。即ち、クランクシャフト 46 上の所定の位置には、外周に凹凸が形成された歯車（以下、「パルスホイール」と呼ぶ。）が取り付けられるが、クランク角センサ 90 は、そのパルスホイールの歯数を検出することが可能な位置に設けられる。また、クランク角センサ 90 は、クランクシャフト 46 の回転角度（以下、「クランク角度」と呼ぶ。）を概ね 30° CA 単位の精度で検出することができる。クランクシャフト 46 が回転するとパルスホイールもそれに連動して回転する。このとき、クランク角センサ 90 は、そのパルスホイールの歯数を検出し、パルス信号として ECU 70 などに出力する。ECU 70 は、クランク角センサ 90 から出力されたパルス信号をカウントして、それをクランク角度に変換する。これにより、ECU 70 などは、クランク角度を検出する。また、クランク角センサ 90 は、エンジン 2 内に直接設けられるため、クランク角度を絶対角度として検出することができる。

【0039】

なお、クランク角センサ 90 は、パルスホイールの歯数を 1 つ検出すると、1 つのパルス信号を ECU 70 などに出力する。このため、クランク角センサ 90 から出力されるパルス信号は、クランクシャフト 46 が正転しても、あるいは逆転しても同様の出力状態となるため、ECU 70 などは、クランクシャフト 46 の正転又は逆転の別を検出することができない。

【0040】

モータジェネレータ 3 は、プーリ 50、プーリ 58 及びベルト 52 を通じて、クランクシャフト 46 と連結されている。クランクシャフト 46 に連結されたク

ランクシャフトプーリ 50 又はモータジェネレータ 3 に連結された MG プーリ 58 の一方が回転駆動することにより、ベルト 52 を介して他方に動力が伝達される。

【0041】

モータジェネレータ 3 は、後述する電源装置 5 からの電力供給を受けて回転駆動するモータ（電動機）としての機能を有するとともに、車輪 8 からの回転駆動力を受けて回転している場合には三相コイルの両端に起電力を生じさせるジェネレータ（発電機）としての機能を併せ持つ。モータジェネレータ 3 が電動機として機能する場合には、モータジェネレータ 3 は電源装置 5 からの電力供給を受けて回転し、その回転駆動力をクランクシャフトプーリ 50 に伝達してクランクシャフト 46 を回転させエンジン 2 を始動する。一方、モータジェネレータ 3 が発電機として機能する場合には、車輪 8 からの回転駆動力がクランクシャフト 46 及びクランクシャフトプーリ 50 を介してモータジェネレータ側の MG プーリ 58 に伝達され、モータジェネレータ 3 を回転させる。モータジェネレータ 3 が回転することによってモータジェネレータ 3 内で起電力が発生し、その起電力が、モータ制御装置 4 を介して直流電流に変換され、電源装置 5 に電力を供給する。これにより、電源装置 5 は充電される。

【0042】

図 1 に戻り、モータ角センサ 3a は、検出部にホール素子などが好適に適用され、モータジェネレータ 3 内の所定の位置に設けられる。モータ角センサ 3a は、モータジェネレータ 3 のシャフトの回転角度を、概ね 7.5° CA 単位の高い精度で検出することができる。モータジェネレータ 3 が電源装置 5 からの電力供給を受けて回転駆動すると、モータ角センサ 3a は、そのシャフトの回転角度を検出する。具体的には、モータ角センサ 3a は、U、V、W の各相の交流電流をそれぞれ検出できるように、それらの各相に設けられる。各モータ角センサ 3a は、U、V、W の各相の交流電流をそれぞれ検出してパルス信号に変換し、後述するモータ制御装置 4 に出力する。

【0043】

モータ制御装置 4 は、エンジン 2 内に設けられ、モータジェネレータ 3 及び電

源装置 5 と電源ケーブル 6 によりそれぞれ接続される。モータ制御装置 4 は、主として、インバータ、コンバータ、又は制御用コンピュータなどから構成される。

【0044】

インバータは、電源装置 5 からの高電圧直流電流を所定の 3 相交流電流に変換して、モータジェネレータ 3 に電力を供給する。また、インバータは、逆にモータジェネレータ 3 から生じた起電力（3 相交流電流）を、電源装置 5 を充電するのに適した直流電流に変換する。

【0045】

コンバータは、所定の直流電圧から所定の直流電圧へ変換する DC/DC 変換装置である。即ち、コンバータは、電源装置 5 の定格電圧（例えば、36 V 電圧）を所定の電圧（例えば、12 V 電圧）に降圧して、補機類などの駆動、又は車両に搭載された 12 V 電源装置への充電を行う。

【0046】

制御用コンピュータは、インバータやコンバータの制御を行う。即ち、制御用コンピュータは、モータジェネレータ 3 の駆動トルクや発電量を最適な状態に制御すると共に、電源装置 5 への充電量を最適な状態に制御して充電を行う。具体的には、モータジェネレータ 3 が電動機として機能する場合には、制御用コンピュータは、電源装置 5 から供給された電力に基づいて、モータジェネレータ 3 の駆動トルクや発電量の制御を行う。これにより、モータジェネレータ 3 が電動機として機能するのに最適な状態に制御される。一方、モータジェネレータ 3 が発電機として機能する場合には、制御用コンピュータは、モータジェネレータ 3 から生じた起電力に基づいて、所定の直流電流を電源装置 5 に供給して電源装置 5 の充電を行う。

【0047】

また、モータ制御装置 4 は、上述したモータ角センサ 3 a から出力されたパルス信号の数をカウントすることにより、モータジェネレータ 3 のシャフトの回転角度に変換する。さらに、モータ制御装置 4 は、その変換後の回転角度に基づいてクランクシャフトプーリ 50 と MG プーリ 58 との回転比率からクランク角度

への変換を行う。これにより、モータ制御装置 4 は、クランク角度を、概ね 3° CA 単位の高い精度で検出することができる。

【0048】

さらに、モータ制御装置 4 は、モータジェネレータ 3 のシャフトの正転又は逆転の別を検出することもできる。即ち、モータジェネレータ 3 のシャフトが正転したときと、逆転したときでは U、V、W の各相のパルス信号の出力状態が異なる。モータジェネレータ 3 のシャフトが正転したときの U、V、W の各相のパルス信号は、位相差により、先ず U 相のパルス信号が一定時間出力され、その後遅れて V 相のパルス信号が一定時間出力され、さらにその後遅れて W 相のパルス信号が一定時間出力され、それらが周期的に繰り返される出力状態となる。これに対し、モータジェネレータ 3 のシャフトが逆転したときの U、V、W の各相のパルス信号は、正転の場合とは逆のパルス信号の出力状態となる。つまり、W 相、V 相、U 相の順にパルス信号が一定時間それぞれ周期的に繰返される出力状態となる。そのため、モータ制御装置 4 は、それらの位相差を利用してモータジェネレータ 3 のシャフトの正転又は逆転の別を検出することができる。

【0049】

電源装置 5 は、鉛蓄電池、ニッケル水素電池などの 2 次電池である。電源装置 5 は、車両 10 のスペースの効率化などを図るため、例えば、車両 10 の後部などに設置される。電源装置 5 は、例えば、36 V などの定格電圧とすることができる。そのため、電源装置 5 は、モータジェネレータ 3 の起動、又は車両制動時におけるエネルギー回生などにおいて高い入出力特性を有する。電源装置 5 は、具体的には、補機類やモータジェネレータ 3 などに対して電力を供給する。モータジェネレータ 3 への電力供給は、主として、車両 10 が停止中に行われる。また、車両 10 が走行中、あるいは制動時の場合には、モータジェネレータ 3 から発生する起電力がモータ制御装置 4 を介して、直流電流に変換され電源装置 5 に供給される。これにより、電源装置 5 を充電することができる。

【0050】

電源ケーブル 6 は、上述したように、モータジェネレータ 3 とモータ制御装置 4、及びモータ制御装置 4 と電源装置 5 とにそれぞれ接続され、直流電流や 3 相

交流電流を流す役割を果たす。

【0051】

動力伝達装置 7 は、主として、トルクコンバータ、ロックアップクラッチ、変速機、動力切換機構などから構成される。これらが有機的に作用することにより、動力伝達装置 7 は、走行状態などに応じて、エンジン 2、又はモータジェネレータ 3 から発生する回転駆動力を車輪 8 に伝達し又は遮断する。また、動力伝達装置 7 は、制動時などにおいては、逆に車輪 8 からの回転駆動力をモータジェネレータ 3 に伝達する。

【0052】

車輪 8 は、動力伝達装置 7 からの回転駆動力を路面に伝える車軸、及びタイヤなどである。本実施形態においては、車輪 8 として後輪を図示している。

【0053】

[車両の動作]

次に、上記の構成からなる車両 10 の動作について説明する。車両 10 は、停車、発進、通常走行、加速走行、又は制動などの各運転状態に応じて、各種の動作を行う。

【0054】

車両 10 の自動停止（アイドリングストップ）中では、エンジン 2 は停止状態である。この状態において、エアーコンプレッサ、ウォーターポンプ、又はパワーステアリングポンプなどの補機類の駆動が必要な場合には、モータジェネレータ 3 は、エンジン 2 を駆動させることなく、電源装置 5 からの電力供給を受けて、それらの補機類を駆動する。ただし、エンジン 2 とモータジェネレータ 3 とは各々のプーリを介して V ベルトで回転自在に接続されているため、この状態においては、モータジェネレータ 3 のシャフトが回転することにより、その回転駆動力がエンジン 2 に伝達されてしまう。そこで、上記補機類のみを駆動するためには、エンジン 2 のクランクシャフトが回転しないように電磁クラッチを作動させて、モータジェネレータ 3 からの回転駆動力を遮断する。これにより、エンジン 2 を駆動させることなく、補機類のみ駆動させることができる。

【0055】

車両 10 の発進時、即ち、アイドリングストップ状態のときに運転者がブレーキペダルから足を離すと、モータジェネレータ 3 は、アイドリング回転数付近まで回転数を上昇する。そして、運転者がアクセルペダルを踏むことにより、モータジェネレータ 3 はエンジン 2 のクランクシャフトを回転させてエンジン 2 を自動再始動する。また、ブレーキ OFF 操作、つまり運転者がブレーキペダルから足を離した状態から一定時間が経過した場合においても、最適な動力性能を得るためエンジン 2 を自動再始動することができる。

【0056】

通常走行時には、車両 10 は、一般的な車両と同様にエンジン 2 からの駆動力が車輪 8 に伝達されて走行する。なお、通常走行時において電源装置 5 の電圧が低下している場合には、車輪 8 からの駆動力がモータジェネレータ 3 に伝達されてモータジェネレータ 3 が発電を行う。これにより、モータジェネレータ 3 は発電機として機能し、電源装置 5 の不足する電力を補充するために、電源装置 5 に対して充電を行う（以下、この運転状態を「回生」と呼ぶ。）。よって、電源装置 5 は、常時、適正な充電状態に維持される。

【0057】

車両 10 が登坂走行や加速走行をするときには、適切な動力性能を発揮するため、前記した通常走行時の状態に加えて、電源装置 5 の電力を使用してモータジェネレータ 3 を駆動し、モータジェネレータ 3 による回転駆動力をエンジン 2 の回転駆動力に付与することができる（以下、この運転状態を「アシスト」と称する。）これにより、車両 10 は、エンジン 2 及びモータジェネレータ 3 の 2 つの動力源を効果的に使用して、高い動力性能を得ることができる。

【0058】

減速などにおける制動時には、車輪 8 による駆動力が、動力伝達装置 7、エンジン 2 を介してモータジェネレータ 3 に伝達され回生が行われる。

【0059】

[エンジンの停止制御]

次に、上述した車両 10 のエンジンの停止制御について説明する。上述したように、車両 10 は、走行停止時にはアイドリングストップ、つまりエンジン 2 を

自動停止する。その後、運転者が、ブレーキペダルから足を離すと同時にモータジェネレータ 3 はエンジン 2 のアイドル回転数付近まで回転を上昇する。そして、運転者がアクセルペダルを踏むことによりモータジェネレータ 3 が回転駆動し、その回転駆動力によりエンジン 2 を自動再始動させる。このとき、車両 10 では、エンジン 2 の自動始動時にスムーズな発進を可能とするために、アイドルリングストップ時にエンジン 2 の内部において、クランク角度が最適なクランク角度停止位置に停止するように制御される。特に、本発明では、車両停止時におけるエンジンの慣性エネルギーを効果的に活用して正確な停止制御を行う。

【0060】

(第 1 実施形態)

先ず、クランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させる方法について述べる。尚、最適なクランク角度停止位置は、圧縮行程にある気筒において、エンジン 2 の再始動時に圧縮行程上死点の乗越しが容易なクランク角度の停止位置とすることができる。例えば、本例のような 4 気筒エンジンの場合、クランク角度停止位置がクランク角度約 $90^{\circ} \text{CA} \sim 120^{\circ} \text{CA}$ の範囲内にあれば最適なクランク角度停止位置となる。

【0061】

概要を説明すると、通常の車両 10 の停止制御方法は、ECU 70 がアイドルリング状態から所定のタイミングでエンジン 2 への燃料カットを実行し、その後のエンジン 2 の有する慣性エネルギーによって自然とエンジン 2 を停止させる。しかし、燃料カット時のエンジン回転数の大きさによってエンジン 2 の有する慣性エネルギーは毎回まちまちとなり、それに連動してクランク角度停止位置も毎回異なってしまう。そのため、通常の車両 10 の停止制御方法では、クランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させることが困難となり、実際に車両が停止した際のクランク角度停止位置によっては次回のエンジン始動負荷が大きくなる。よって、モータジェネレータ 3 の有する出力トルクとの関係では、エンジン 2 のクランクシャフトを回転させることができず、エンジン 2 の自動再始動が失敗する確率が高くなる。

【0062】

そこで、本実施形態においては、燃料カット後のエンジン回転数を所定のタイミングで一定にすることにより、その時点においてエンジン2が有する慣性エネルギーを一定にする。そして、その後はその時点でエンジン2が有する慣性エネルギーを利用してエンジン2の回転を停止させる。これにより、毎回確実に、クランク角度を最適なクランク角度停止位置へ停止制御させることができる。

【0063】

特に本実施形態においては、エンジン回転数を一定にさせる方法としてモータジェネレータ3を使用する。つまり、燃料カット後のクランクシャフトに所定のタイミングでモータジェネレータ3からの回転駆動力を付与することで（以下、「モータリング」と呼ぶ。）、エンジン2の有する慣性エネルギーを一定にする。これにより、エンジン停止時のクランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させる。クランク角度が最適なクランク角度停止位置にあれば、エンジン始動時におけるエンジン始動負荷を最小限にすることができ、エンジン2の自動再始動の失敗を効果的に防止することができる。

【0064】

モータジェネレータ3を利用したエンジン停止時の回転数制御の様子を図3に示す。図3において、波形100は本実施形態のエンジン停止制御によるエンジン回転数の変化を示す。波形101はエンジン停止制御における燃料カット信号波形を示し、燃料カット信号がHレベルになると燃料カットを実行する。波形102はモータジェネレータ3の駆動信号（MG駆動信号）波形を示し、Hレベルの区間でモータジェネレータ3が駆動される。

【0065】

今、時刻 t_0 で運転者がアクセルペダルを離したとすると、時刻 t_0 以降はエンジン2の回転数は、ほぼそのエンジンのアイドリング回転数 NE_1 となる。時刻 t_1 において運転者がブレーキペダルを踏み込んだとすると、その時点でECU70は燃料カット信号をHレベルとし、燃料カットを指示する。時刻 t_1 にて燃料カットが実行されると、エンジン2の回転数は徐々に低下する。ECU70は、エンジン回転数が予め決められたモータ設定回転数 NE_2 まで低下したことを検出すると（時刻 t_2 ）、MG駆動信号をHレベルとし、モータジェネレータ3

を駆動させ、エンジン 2 をモータジェネレータ 3 による駆動に切り替える。

【0066】

そして、所定期間（時刻 $t_2 \sim t_3$ ）にわたりモータジェネレータ 3 は予め決定されたモータ設定回転数 NE_2 でエンジン 2 を駆動し、所定期間が経過すると ECU 70 はモータジェネレータ 3 の駆動を停止する（時刻 t_3 ）。時刻 t_3 でモータジェネレータ 3 による駆動力が除去されると、エンジン 2 はその時点で有する慣性エネルギーのみにより回転するのでエンジン回転数は徐々に低下し、時刻 t_4 付近でエンジン 2 は停止する。

【0067】

このように、本実施形態では、エンジン停止時にエンジン 2 の駆動を一旦モータジェネレータ 3 による駆動に切り替え、エンジン 2 を所定の回転数 NE_2 に保持した後でエンジンの駆動力を除去する。駆動力を除去した時点でエンジン 2 が有する慣性エネルギーは主としてその時点のエンジン回転数により決まるので、必ず所定のエンジン回転数 NE_2 にエンジンの回転数を維持してから駆動力を除去するようにすれば、エンジン 2 は毎回同じ慣性エネルギーを持ち、同じ推移で停止する。

【0068】

次に、上述のように所定のエンジン回転数 NE_2 で駆動力を除去した後、エンジンが停止するまでのエンジンの挙動を説明する。図 4 は、エンジン 2 に対する駆動力を除去した後のエンジン 2 のクランク角度の変位を示す。図 4 において、縦軸は所定気筒のクランク角度の変位（° CA）を示す。なお、前記所定気筒とは、クランク角度が $0^\circ \text{ CA} \sim 180^\circ \text{ CA}$ に変位するとき圧縮行程にある気筒、例えば、# 3 気筒を対象とする。一方、横軸は時間（秒）を示す。

【0069】

具体的には、縦軸は、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程から膨張行程に移行する際のクランク角度変位（° CA）を示しており、クランク角度変位が、下死点（ 0° CA ）から上死点（ 180° CA ）まで、 30° CA 間隔毎に示される。一方、横軸は、モータリング停止時（0（秒））から所定気筒のクランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させるまでの経過時間（0.6（

秒)) を0.1 (秒) 間隔毎に示したものである。

【0070】

次に、図中のグラフについて説明する。図中には2種類のグラフが示されている。これは、モータジェネレータ3による駆動（モータリング）停止時のエンジン回転数が高い場合のグラフ110と低い場合のグラフ112である。即ち、0秒から0.1秒の間において、傾きが大きいグラフ110はモータリング停止時のエンジン回転数が高い場合のクランク角度変位を示し、傾きが小さいグラフ71はモータリング停止時のエンジン回転数が低い場合のクランク角度変位を示す。

【0071】

先ず、0秒から0.1秒付近においては、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程の下死点から上死点に上昇している様子を示している。所定気筒に対応するピストンは、0.1秒経過直後に圧縮行程上死点近傍まで上昇する。このときは、エンジン2のクランクシャフト46は正転している。

【0072】

その後、所定気筒に対応するピストンは圧縮行程上死点（180° CA）の乗越しができずに、0.3秒付近までエンジン2のクランクシャフトは逆転する。これは以下の理由による。即ち、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程上死点に接近することにより、シリンダ内の容積は次第に小さくなり、圧力が高まってくる。これに比例して、シリンダ内においてはピストンを押し返そうとする圧縮反力116（以下、「コンプレッション反力」と呼ぶ。）も大きくなってくる。したがって、圧縮行程上死点付近では、シリンダ内におけるコンプレッション反力が最も大きい状態となるので、その時のエンジンが有する慣性エネルギーによってはコンプレッション反力に対抗できず、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程下死点側に押し返される結果となる。このように、所定気筒に対応するピストンは、圧縮行程上死点への乗越しができずにエンジン2のクランクシャフトが逆転する。

【0073】

その後、所定気筒に対応するピストンは、圧縮行程下死点側、即ち膨張行程側

に移行するが、0.3秒付近においてエンジン2のクランクシャフト46は再び逆転する。つまり、エンジン2のクランクシャフトは正転する。これは以下の理由による。即ち、このとき、所定気筒に対応するピストンは、先ず膨張行程下死点側に下降する。膨張行程では吸排気弁がともに閉状態となっているため、ピストンが膨張行程下死点側に下降するのに従い、シリンダ内の容積が次第に大きくなる。これによって、シリンダ内では負圧が形成されると共に、その負圧が次第に大きくなる。したがって、所定気筒に対応するピストンは、その負圧に起因する反力118によって上死点側の方向に再び引き戻される。これにより、エンジン2のクランクシャフトは再び正転する。

【0074】

その後、0.3秒付近からエンジン2の有する慣性エネルギーが徐々に低下し、0.6秒後にエンジン2が停止する。これにより、クランク角度停止位置は、クランク角度 90° CA \sim 120° CAの範囲内に収束する。クランク角度停止位置が、最終的にクランク角度 90° CA \sim 120° CAの範囲内に収束すれば、最適なクランク角度停止位置に停止制御されたことになり、停止制御は成功といえる。

【0075】

以上より、モータリング停止時のエンジン回転数は、モータリング停止後にエンジンが上述のような挙動を示す適正範囲内に予め設定される。この適正範囲の上限回転数は、その回転数においてエンジン2が有する慣性エネルギーにより、エンジンの所定の気筒が次の上死点を乗り越えることができない回転数となる。これは、モータリング停止時にエンジン回転数が適正範囲より高い場合には、モータリング停止後に所定気筒が次の上死点を乗り越えてしまうため、図4に示すように最終的に最適クランク角度停止位置に停止しなくなるからである。一方、適正範囲の下限回転数は、その回転数においてモータリングを停止した場合に、コンプレッション反力116により逆転したクランク角がシリンダ内の負圧による反力118を受けて再度反転しうる回転数となる。モータリング停止時の回転数がこの下限回転数より低いと、コンプレッション反力116により反転したエンジンが再度反転することができず、最終的に最適クランク角度停止位置の範囲

内で停止することができなくなってしまう。

【0076】

このように、モータリング停止後にエンジン回転数が適正範囲内（例えば、概ね、300（rpm）～500（rpm）の一定範囲内）にあれば、エンジン2の有する慣性エネルギーによって、クランク角度は、最適なクランク角度停止位置に収束することがわかる。従って、本実施形態では、ECU70は、一定のアイドルリング状態（例えば、1400（rpm）近傍）から所定のタイミングで燃料カットを実行した後、所定のタイミングでモータリングを実行することによって、エンジン回転数が毎回一定になるようにする。ここで、モータリングの実行時間は、モータリング停止後にエンジン2の有する慣性エネルギーを一定にすることのできる時間、言い換えればモータリングによるエンジン2の回転数が所定回転数N_{E2}で安定するまでの要する時間とすることができる。これは、例えばエンジン2のクランクシャフトが2回転する時間などとすることができる。

【0077】

そして、モータリング停止後は、一定になったエンジン2の有する慣性エネルギーが効果的に活用されてエンジンは停止する。つまり、エンジン2の有する慣性エネルギーによって動作している所定気筒に対応するピストンは、先ず圧縮行程上死点において生じるコンプレッション反力116を、次に膨張行程において生じる反力（負圧による反力）118を夫々受ける。これにより、エンジン2の有する慣性エネルギーが効果的に消費され、クランク角度を、最適なクランク角度停止位置に停止制御させることができる。

【0078】

なお、モータリング停止後のエンジン回転数が適正範囲内で高めである場合は、図4からわかるように、所定気筒に対応するピストンが、圧縮行程上死点に接近することにより受けるコンプレッション反力116は大きくなる。しかし、その所定気筒に対応するピストンが膨張行程へと移行し、その膨張行程内において生ずる負圧によって圧縮上死点側に再び引き戻される反力118は小さくなる。これにより、それら正逆の反力を互いに作用させることで、エンジン2の有する慣性エネルギーを効果的に吸収することができる。

【0079】

その一方、モータリング停止後のエンジン回転数が適正範囲内で低めである場合は、図4からわかるように、所定気筒に対応するピストンが、圧縮行程上死点に接近することにより受けるコンプレッション反力116は小さくなる。しかし、所定気筒に対応するピストンが膨張行程へと移行し、その膨張行程内において生ずる負圧によって圧縮上死点側に再び引き戻される反力118は大きくなる。これにより、それら正逆の反力を互いに作用させることで、エンジン2の有する慣性エネルギーを効果的に吸収することができる。

【0080】

即ち、初めに受ける反力（コンプレッション反力）116が大きければ次に受ける反力（負圧によって生ずる反力）118は小さくなり、初めに受ける反力（コンプレッション反力）116が小さければ次に受ける反力（負圧によって生ずる反力）118は大きくなる。従って、本実施形態によれば、モータリング停止後におけるエンジン回転数は適正範囲内であれば、高めであっても低めであっても、コンプレッション反力と負圧によって生ずる反力とを互いに作用させてエンジン2の有する慣性エネルギーを打消し合うようにしている。よって、クランク角度を、迅速且つ確実に最適なクランク角度停止位置へ停止制御させることができる。クランク角度を、最適なクランク角度停止位置へ停止制御させることができた場合には、モータジェネレータ3は、最小の出力トルク（始動負荷）でエンジン2の自動再始動をすることができる。これにより、エンジン2の始動性の向上を図ることができる。

【0081】

次に、本実施形態によるエンジン停止制御の流れを図5を参照して説明する。図5は、第1実施形態によるエンジン停止制御のフローチャートである。なお、以下のエンジン停止制御は、ECU70が図2に示す各種センサの出力信号を検出することにより実行される。

【0082】

まず、ECU70は、アクセル開度センサ78の検出信号に基づいて、アクセルがオフされたか否かを判定する（ステップS1）。アクセルがオフされると、

図3の時刻 $t_0 \sim t_1$ に示すようにエンジン回転数はアイドリング回転数となる。次に、ECU70はブレーキスイッチ78の出力に基づいてブレーキがオンされたか否かを判定する(ステップS2)。ブレーキがオンされると、ECU70は燃料カットを実行し(ステップS3)、エンジン回転数は図3の時刻 $t_1 \sim t_2$ に示すように低下していく。

【0083】

こうしてエンジン回転数が低下していく間、ECU70はエンジン回転数センサ80の出力に基づいてエンジン回転数NEを監視し、エンジン回転数NEが所定のモータ設定回転数NE2まで低下したか否かを判定する(ステップS4)。エンジン回転数NEがモータ設定回転数NE2まで低下すると、図3に示すように、ECU70はエンジンの駆動力をモータジェネレータ3に切り替え、モータリングを開始する(ステップS5)。そして、モータリングを所定時間継続する(ステップS6)。そして、モータリングを所定時間実行した後(図3の時刻 t_3 に対応)、モータリングを停止する(ステップS7)。モータリングを停止すると、その時点のエンジン回転数に応じた慣性エネルギーでエンジンは回転し、先に説明したように、コンプレッション反力及びシリンダ内の負圧による反力で2度の反転が生じ、最終的に最適クランク角度停止位置にて停止する。

【0084】

なお、ステップS7でモータリングを停止するタイミングは、所定の気筒が上死点に達したとき、又は、上死点を過ぎた後とすることが好ましい。これは、上死点の手前でモータリングを停止した場合には、その位置でクランクシャフトの回転がロックしてしまう可能性があるためである。

【0085】

(応用例1)

次に、本実施形態によるエンジン停止制御の応用例について説明する。本実施形態では、エンジン回転数NEがモータ設定回転数NE2まで低下すると、所定時間にわたってモータリングを実行し、モータリング停止時にエンジン回転数NEを所定のモータ設定回転数NE2としている。しかし、例えば電源装置(バッテリー)の劣化などに起因してモータジェネレータ3の出力が低下し、モータリ

ング停止時点におけるエンジン回転数がモータ設定回転数NE2より低下してしまうことが起こりうる。エンジン回転数がモータ設定回転数より低下していると、予定通りの慣性エネルギーが得られず、エンジンを最適クランク角度停止位置に停止することができなくなる場合がある。そこで、そのような場合には、通常のモータリング停止後であっても、モータジェネレータ3を駆動して、補正トルクを追加する。これにより、回転数の低下により不足する慣性エネルギーを補い、最適クランク角度停止位置にエンジンを停止することが可能となる。

【0086】

具体的には、補正トルクの追加には以下の2つの方法が考えられる。第1の方法を図6のフローチャートに示す。図6において、ステップS1～S6までは上述の図5のエンジン停止制御と同様である。ステップS5及びS6で所定時間にわたってモータリングを行った後、ECU70はエンジン回転数NEがモータ設定回転数NE2より低下しているか否かを検出し（ステップS10）、低下している場合には、直ちにモータリングを停止せず、モータジェネレータ3により補正トルクを追加する（ステップS11）。この場合には、必要な補正トルクが得られる回転数でモータジェネレータ3を駆動することになる。そして、エンジン回転数NEがモータ設定回転数NE2に至った状態でモータリングを停止する（ステップS12）。

【0087】

第2の方法を図7のフローチャートに示す。図7において、ステップS1～S7は図5に示すエンジン停止制御と同様である。ステップS7でモータリングを停止した後、ECU70はモータリングを停止しようとしている上死点におけるクランク角度を検出し、それが所定値（例えば140°CA）以下であるか否かを判定する（ステップS15）。モータリングを停止しようとしている上死点のクランク角度が所定値以下である場合には、当該気筒の次の上死点においてクランク角度が図4に示す適正範囲に入らず、最適クランク角度停止位置での停止が不可能となるものと判断し、モータジェネレータ3により補正トルクを追加する（ステップS16）。

【0088】

以上のように、第1応用例によれば、本来のモータリング停止後においてエンジン回転数が予定のモータ設定回転数より低下している場合には、モータジェネレータ3により補正トルクを追加することにより、確実に停止制御を行うことができる。

【0089】

(第2応用例)

第2応用例は、上述の第1実施形態によるエンジン停止制御中にエンジン再始動要求があった場合の処理に関する。なお、アイドリングストップにおけるエンジンの再始動要求は、例えば運転者がブレーキをオフしたとき、ブレーキオフから所定時間が経過したとき、アクセルをオンしたときなどに発生する。

【0090】

まず、図5のフローチャートを参照し、エンジン停止制御のうち、燃料カット中(ステップS3)にエンジン始動要求があった場合は、ECU70は燃料カットを中止し、燃料噴射を再開すればよい。なお、この場合において、エンジン回転数が所定回転数以下に落ちている場合には、モータジェネレータ3により駆動力のアシストを行い、始動性を高めることが望ましい。

【0091】

次に、エンジン停止制御のうち、モータリング中(ステップS5)にエンジン始動要求があった場合は、ECU70はモータリングを継続してエンジンの回転を保ちつつ燃料噴射を再開し、モータジェネレータ3からエンジン2へ駆動源を切り替えればよい。

【0092】

一方、モータリング停止後にエンジン始動要求があった場合は、予定通り停止制御を行って一旦エンジンを最適クランク角度停止位置で停止した後、再始動を行うことが好ましい。これは、モータリング停止後にモータジェネレータなどを使用して制御を行うこととすると、最適クランク角度停止位置以外でエンジンが停止してしまい、次の再始動に大きな始動トルクを必要とするなどの不確定要素が大きくなるためである。

【0093】

このように、第2応用例では、エンジン停止制御中にエンジン始動要求があった場合には、エンジン停止制御の進行度に応じて適切な処理を行うことで、エンジン始動要求に迅速かつ確実に対応することが可能となる。

【0094】

なお、エンジン始動要求があった場合は、エンジン停止制御を継続する必要は無いため、モータリング中であっても燃料噴射を再開して構わないが、逆に言えば、エンジン停止制御中はエンジン始動要求がない限り燃料噴射を禁止することが好ましい。この理由は、エンジン停止制御を継続するにも関わらずモータリング中に燃料噴射を行うと、爆発エネルギーによる回転数増加が生じてエンジンの回転数管理が困難となり、モータリング停止時にエンジン回転数を一定にすること、即ちエンジンの慣性エネルギーを一定にすることが困難となるからである。

【0095】

(第3応用例)

第3応用例は、上述のエンジン停止制御を行ったにも拘わらず、モータリング停止後のエンジンの慣性エネルギーが予想より大きくなり、コンプレッション応力を受けて乗り越えられないはずの上死点を実際には乗り越えてしまうと予想される場合の処理に関する。第1実施形態のエンジン停止制御によれば、モータリングによりエンジン回転数を所定のモータ設定回転数に維持してからモータリングを停止することにより、エンジンを常に同じ慣性エネルギーの状態で自然停止させている。モータリング停止後は、図4を参照して説明したように、クランク角は次の上死点を乗り越えることができず、反力により所定の最適クランク角度停止位置に収束することとなる。

【0096】

しかし、何らかの原因でモータリング停止後のエンジンの慣性エネルギーが予定よりも大きくなり、次の上死点を乗り越えてしまうことが予想される場合には、モータジェネレータ3によりエンジンを逆転方向に駆動してブレーキ動作を行う。これにより、慣性エネルギーを減少させて予定通りの最適クランク角度停止位置にエンジンを停止させることが可能となる。また、そのようにブレーキ動作を行ったにも拘わらず、やはり次の上死点を乗り越えてしまうことが予想される

場合には、モータジェネレータ 3 によりクランクシャフトを正転方向にアシストして次の上死点を乗り越えさせてしまい、その後、モータリングのステップからエンジン停止制御をリトライすればよい。

【0097】

なお、次の上死点を乗り越えてしまうか否かの判定は、ECU 70 がエンジン回転数、クランク角度の変位、ミッションレンジ、油水温、吸気管内負圧などの値に基づいて行うことができる。例えば、エンジン回転数が予定より高い場合、クランク角度の変位が大きすぎる場合などは、次の上死点を乗り越えてしまう可能性が高いと判定することができる。

【0098】

本応用例によるエンジン停止制御のフローチャートを図 8 に示す。図 8 において、モータリング停止までのステップ S1 ～ S7 は図 5 に示す第 1 実施形態の処理と同様である。モータリング停止後、ECU 70 は上記のエンジン回転数などの検出結果に基づいて、次の上死点を乗り越えてしまうか否かを判定する（ステップ S20）。乗り越えてしまうと判定した場合、モータジェネレータ 3 によりブレーキ動作を行い、それでも次の上死点を乗り越えてしまうかを判定する（ステップ S22）。ブレーキ動作を行ってもなおかつ次の上死点を乗り越えてしまうと判定した場合、ECU 70 はモータジェネレータ 3 により正方向にアシストを行い、その後ステップ S5 へ戻ってモータリングから処理をやり直す。

【0099】

このように、本例では、エンジン停止制御を予定通り行った場合に、何らかの原因により次の上死点を乗り越えてしまうと判断される場合には、モータジェネレータ 3 を使用してブレーキ動作やアシスト動作を行って、停止位置制御の確実性を向上させることができる。

【0100】

（第 4 応用例）

第 4 応用例は、上述のエンジン停止制御においてアイドリング回転数を考慮した処理である。上述のエンジン停止制御において、アクセルがオフされると、図 3 に示すようにエンジン回転数はアイドリング回転数 NE1 になる。ここで、E

ＣＵ７０はアイドリング回転数ＮＥ１をチェックし、所定回転数（例えばＮＥ３とする）より高い場合には、エンジン停止制御を行わないこととする。具体的には、アイドリング回転数ＮＥ１が所定回転数より高い場合は、ＥＣＵ７０は燃料カット信号（エンジン停止許可信号）をＨレベルとせず、燃料カットを行わない。これは以下の理由による。アイドリング回転数が高すぎる場合は、燃料カット後、エンジン停止までの時間が長くなるため、吸気管内負圧がほぼ大気圧相当となり、負圧が不足する。その結果、モータジェネレータ３によるモータリングの負荷が増大して回転数の制御が不安定となり、最終的にエンジンを最適な位置に停止できない可能性が生じる。よって、ＥＣＵ７０はアイドリング回転数ＮＥ１をチェックし、所定回転数より高い場合には、燃料カット信号を出力しないこととして、上記のような停止制御の失敗を回避する。

【０１０１】

一方、ＥＣＵ７０は、検出したアイドリング回転数が所定値（例えばＮＥ４とする）より低い場合には、ブレーキがオンされた場合でも直ちに燃料カットを行わずに噴射する燃料を増加し、エンジン回転数を上げるように制御する。そして、ＥＣＵ７０は、エンジン回転数が所定値よりも高くなった時点で燃料カット信号を出力し、燃料カット、及びその後に続くエンジン停止制御を実行する。アクセルオフ時にアイドリング回転数が低すぎると、エンジンの停止時に近くなってもまだ吸気管内負圧が依然として大きくなる。その結果、コンプレッション反力が小さくなり、慣性エネルギーを利用してエンジンを最適な位置に停止させることが難しくなることが考えられる。そこで、アイドリング回転数が所定値より小さい場合には、まず燃料噴射量を増加してエンジン回転数を所定値まで上昇させてから、モータリングを停止し、エンジン停止制御を行う。

【０１０２】

上記の処理について図９のフローチャートを参照して説明する。図９において、ステップＳ１～Ｓ７は基本的に図５に示した第１実施形態の基本的なエンジン停止制御の処理と同様である。図９において、ステップＳ２でブレーキがオンされた後、ＥＣＵ７０はエンジン回転数（アイドリング回転数）を検出し（ステップＳ２－１）、それが適正であるか、所定値ＮＥ３より高いか、所定値ＮＥ４よ

り低いか、を判定する（ステップS2-2）。適正である場合は、ステップS3に進み、燃料カットを実行し、エンジン停止制御を継続する。一方、アイドリング回転数が高すぎる場合は、ステップS2-1へ戻ってアイドリング回転数が低下するのを待つか、又は、エンジン停止制御自体を中止する（ステップS2-4）。なお、エンジン停止制御を中止したとしても、車両のアイドリングストップが行われただけであり、特に大きな問題はない。また、アイドリング回転数が所定値より低い場合は、ECU70は燃料噴射量を増加し（ステップS2-3）、エンジン回転数を適正な値まで上昇させてから、燃料カット（ステップS3）を実行する。

【0103】

以上のように、応用例4では、アクセルオフ後のアイドリング回転数が高すぎる場合でも、低すぎる場合でも、エンジン停止制御の確率を増加させることができる。

【0104】

（応用例5）

応用例5は、第1実施形態によるエンジン停止制御において、燃料カットの対象となる気筒を統一して、モータリング中のモータジェネレータへの通電時間を短縮するものである。具体的には、例えば最初の所定回数のエンジン停止制御実行時には、燃料カットの対象となる気筒をランダムに決定し、決定された気筒で燃料カットを実行して第1実施形態によるエンジン停止制御を実行する。その際、各気筒毎に、実際にモータジェネレータへの通電時間を記録する。そして、所定回数のエンジン停止制御が実行された後は、それまでの記録に従って、モータ通電時間が最も短い気筒にて燃料カットを実行するようにする。

【0105】

これにより、エンジン2が有する複数の気筒のうち、特定の気筒で燃料カットを実行することにより、モータジェネレータへの通電時間を最小とすることができる。

【0106】

なお、燃料カットの対象とする気筒の決定は、上記のモータ通電時間の他に、

アイドリング回転数、ミッションレンジ、過去の停止状況、空気圧による筒内圧予測結果、油水温などを考慮して決定することもできる。

【0107】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態について説明する。上記の第1実施形態においては、アイドリングストップ時に、エンジンの燃料カットを行った後にモータリングを行ってエンジン回転数を所定範囲に維持してから、モータリングを停止し、慣性エネルギーによりエンジンを最適な停止位置に制御している。

【0108】

これに対し、第2実施形態では、エンジンを最適な停止位置に停止させるために理想とされるエンジン回転数の推移を予め設定しておき、燃料カット後はエンジン回転数を監視しながら、必要に応じてモータジェネレータによるブレーキやアシストを行って、その理想とするエンジン回転数に従って実際のエンジン回転数を制御する。

【0109】

本実施形態によるエンジン停止制御中のエンジン回転数の変化例を図10に示す。図10のエンジン回転数のグラフにおいて、実線120は本実施形態における理想回転数推移ラインを示し、波線130は実際のエンジン回転数の変動を示す。本実施形態では、理想回転数推移ライン120に実際のエンジン回転数を追従させるように、モータジェネレータによるアシスト／ブレーキ動作を行う。なお、「アシスト」とは、モータジェネレータによりエンジンの正転方向の駆動力を与えることをいい、「ブレーキ」とはモータジェネレータによりエンジンの逆転方向の駆動力を与えることをいう。

【0110】

図10において、時刻 t_0 で車両のアクセルがオフされ、時刻 t_1 でブレーキがオンされてECU70が燃料カットを実施する。燃料カット後は、自然にエンジン回転数は低下することになるが、ECU70はエンジン回転数を常に監視して理想回転数推移ライン120に乗っているか否かを判定する。そして、実際のエンジン回転数が理想回転数推移ライン120から外れた場合には、モータジェ

ネレータ 3 を駆動してアシスト又はブレーキ動作を行い、実際のエンジン回転数を上昇又は下降させて理想回転数推移ライン 130 に追従させる。そして、最終的に所定の回転数になったところでモータジェネレータ 3 による駆動を除去し、慣性エネルギーを利用してエンジンを最適クランク角度停止位置で停止させる。

【0111】

この方法によれば、エンジンを最適クランク角度停止位置に高い確率で停止させることができるように理想回転数推移ラインを予め決定しておき、モータジェネレータによるアシスト／ブレーキ動作により、実際のエンジン回転数をそのラインに追従させることにより、安定してエンジン停止制御を行うことができる。また、モータジェネレータによりリアルタイムでエンジン回転数を制御するので、何らかの一時的な原因などによりエンジン回転数が不安定になっている場合などでも、安定したエンジン停止制御を実現することが可能となる。

【0112】

第 2 実施形態によるエンジン停止制御のフローチャートの一例を図 11 に示す。図 11 において、ステップ S51～S53 は、図 5 に示す第 1 実施形態のエンジン停止制御のステップ S1～S3 と同様である。そして、燃料カットが実施されると、ECU70 はエンジン回転数を検出し、理想回転数推移ライン 120 により規定される理想回転数と比較する（ステップ S54）。そして、実際のエンジン回転数が理想回転数より低い場合はモータジェネレータ 3 でアシスト動作を行い（ステップ S55）、理想回転数より高い場合はモータジェネレータ 3 でブレーキ動作を行い（ステップ S56）、適正である場合はモータジェネレータ 3 による駆動を行わない。こうして、実際のエンジン回転数を理想エンジン回転数ライン 120 に追従させ、所定の回転数に至ったときに（ステップ S57；Yes）、モータリングを停止する（ステップ S58）。その後は、エンジンの慣性エネルギーによりエンジンは最適なクランク各停止位置に停止する。

【0113】

（第 3 実施形態）

本実施形態は、エンジン停止制御において、エンジン負荷を可能な限り除去することにより、制御の精度を向上させるものであり、上記の第 1 実施形態及び第

2実施形態のいずれにも適用することができる。

【0114】

本発明によるエンジン停止制御を行う際に補機類などのエンジン負荷が大きいと、エンジン回転数の制御に要するエネルギーが大きくなり、アイドリングストップによる燃費改善効果が低くなってしまう。また、エンジン負荷がある状態では、その負荷の変動に起因してエンジン回転数の変動が生じるので、エンジン回転数の制御が不安定となり、結果的にエンジン停止制御に失敗する可能性も高くなる。そこで、本実施形態では、エンジン停止制御を開始する際には、エンジン負荷を可能な限り小さくする。

【0115】

ここで、「エンジン負荷」には、例えばエアコン、電動パワーステアリング、フロントライトなどの各種のものが含まれる。即ち、エンジン負荷を低減する処理としては、例えば発電機による発電を禁止する、フロントライトを消灯する、エアコン動作を禁止するなどが含まれる。また、エンジン負荷には、エンジン回転数に影響を与えるものとして、アイドリング回転数を調整するためにエンジン内に設けられる制御バルブ（ISCと呼ばれる）のオン／オフの制御や電子スロットルの制御なども含まれる。

【0116】

このように、エンジン停止制御を実行する際にエンジン負荷を可能な限り小さくすることにより、エンジン回転数を高精度で制御することができ、エンジン停止制御をより確実に行うことができるようになる。また、エンジンの回転数制御に要するエネルギーを減少させることもできる。具体的には、第1実施形態の場合は、エンジン負荷を小さくすることにより、モータリングによるエンジン回転数制御の精度を向上させることができる。また、第2実施形態の場合も、モータジェネレータを駆動して実際のエンジン回転数を理想回転数推移ラインに追従させる精度を向上させることができる。

【0117】

本実施形態を第1実施形態に適用した場合の処理フローチャート例を図12に示す。図12におけるステップS1～S7は、図5に示す第1実施形態のエンジ

ン停止制御と同様であり、本実施形態ではステップS2-6が挿入されている点だけが異なる。即ち、ステップS2においてブレーキオンが検出されると、ECU70は上述のようにエンジン負荷を低減する処理を実行し（ステップS2-6）、その後に燃料カットを実行してエンジン回転数の制御を行う。これにより、エンジン回転数の制御を精度よく行うことが可能となる。

【0118】

なお、本実施形態を第2実施形態に適用する場合も、同様に図12に示すステップS2-6の処理を、図11におけるステップS52の後などに追加すればよい。

【0119】

なお、以上の例においては、ブレーキがオンされた時点で燃料カットを実行することとしているが、エンジン停止制御における燃料カットは他のタイミングで実行することも可能である。

【0120】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のエンジン停止制御によれば、アイドリングストップ時にモータジェネレータを利用してエンジン回転数を制御し、エンジンの慣性エネルギーを利用して最適なクランク角度位置にエンジンを停止させる。よって、エンジン停止制御の精度を向上させることができるとともに、停止制御に要するエネルギーも軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るエンジン停止制御を行う車両のシステム構成を示す。

【図2】

本発明に係るエンジンの概略構成図を示す。

【図3】

第1実施形態のエンジン停止制御によるエンジン回転数の推移を示すグラフである。

【図4】

第1実施形態のエンジン停止制御によるクランク角度位置の変化の様子を示すグラフである。

【図5】

第1実施形態によるエンジン停止制御のフローチャートを示す。

【図6】

第1実施形態の第1応用例によるエンジン停止制御のフローチャートを示す。

【図7】

第1実施形態の第1応用例による他のエンジン停止制御のフローチャートを示す。

【図8】

第1実施形態の第3応用例によるエンジン停止制御のフローチャートを示す。

【図9】

第1実施形態の第4応用例によるエンジン停止制御のフローチャートを示す。

【図10】

第2実施形態のエンジン停止制御によるエンジン回転数の推移を示すグラフである。

【図11】

第2実施形態によるエンジン停止制御のフローチャートを示す。

【図12】

第3実施形態によるエンジン停止制御のフローチャートを示す。

【符号の説明】

- 1 DCスタータ
- 2 エンジン
- 3 モータジェネレータ
- 4 モータ制御装置
- 5 電源装置
- 6 電源ケーブル
- 7 動力伝達装置
- 8 車輪

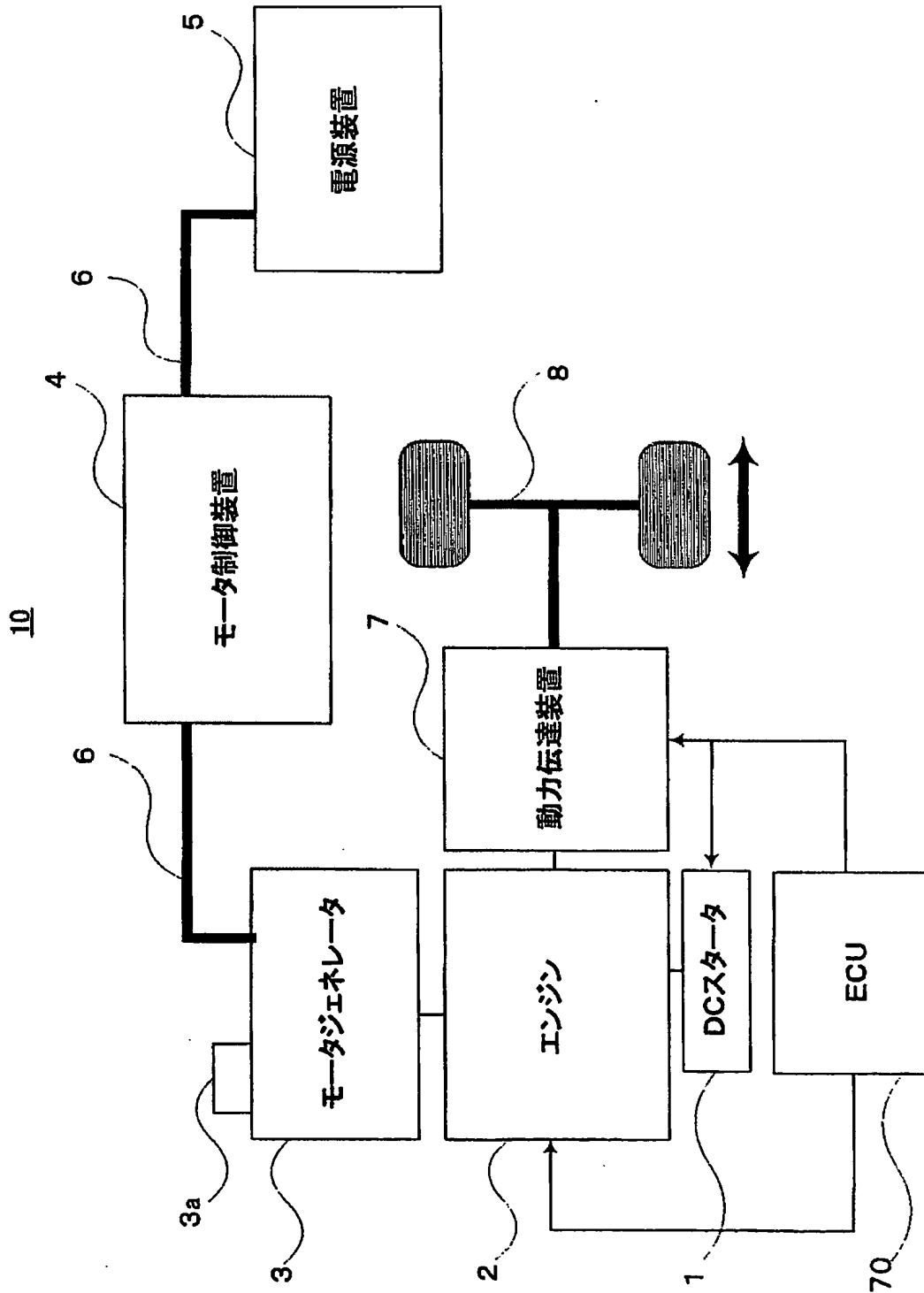
9 ECU

10 車両

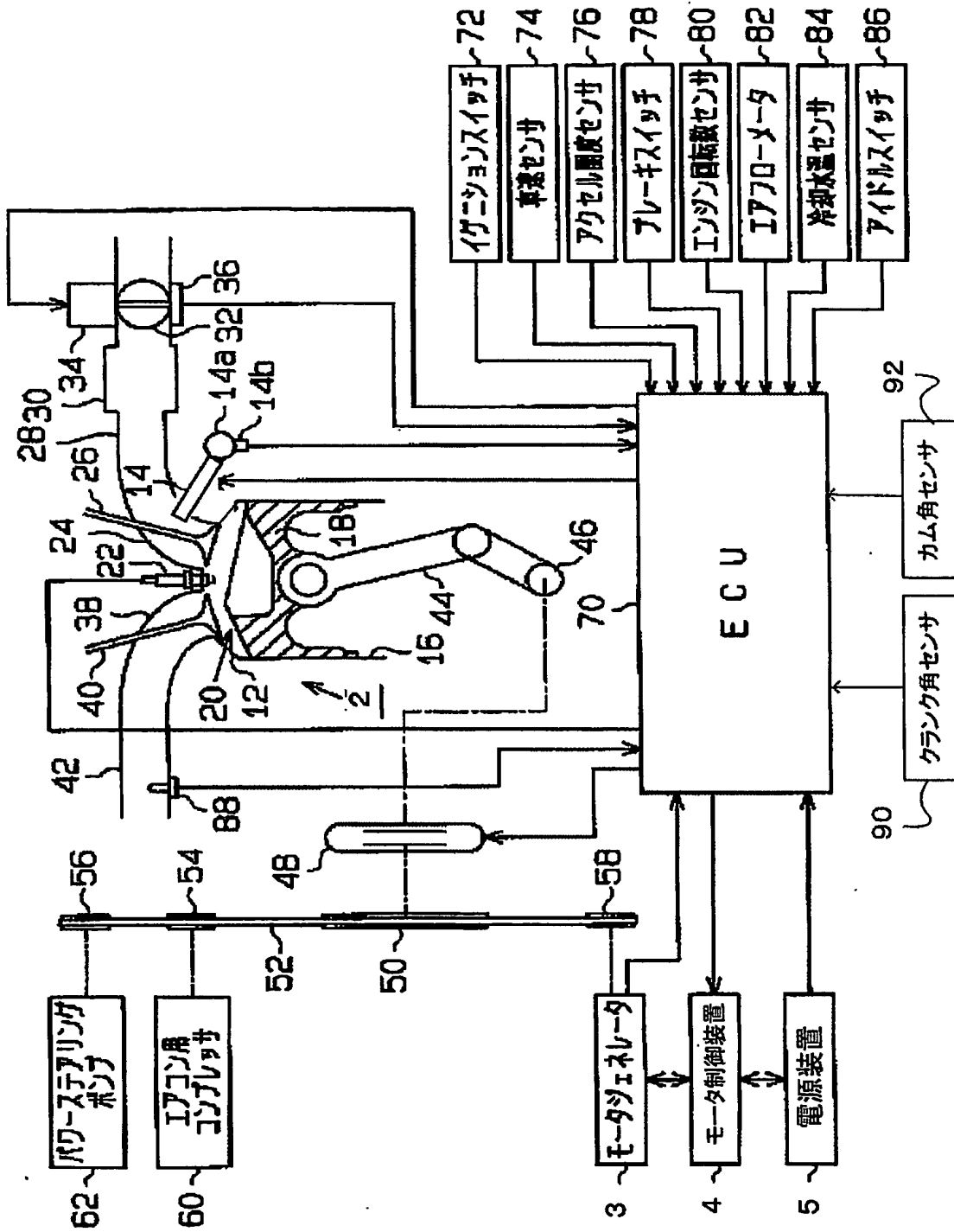
【書類名】

図面

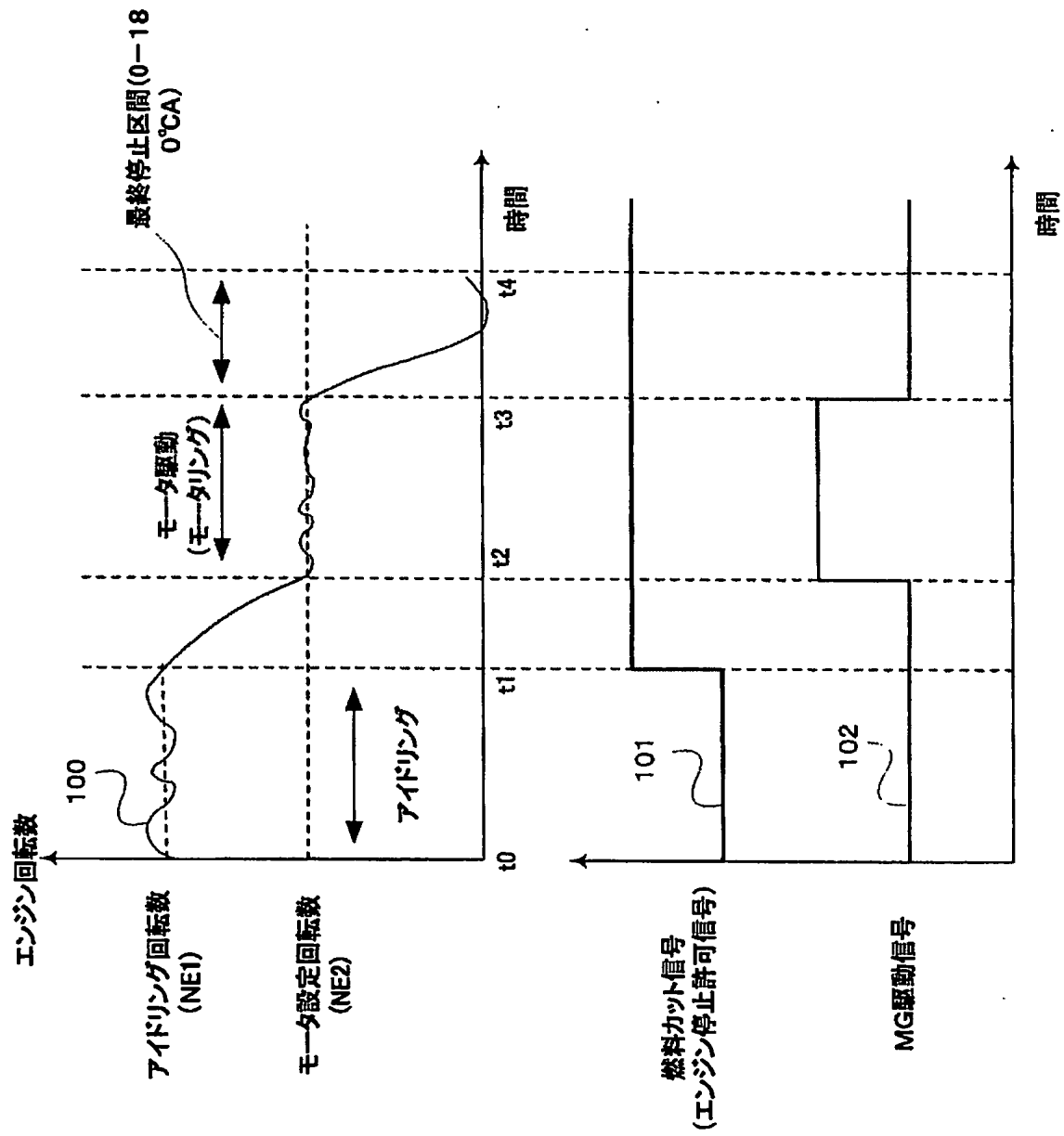
【図 1】



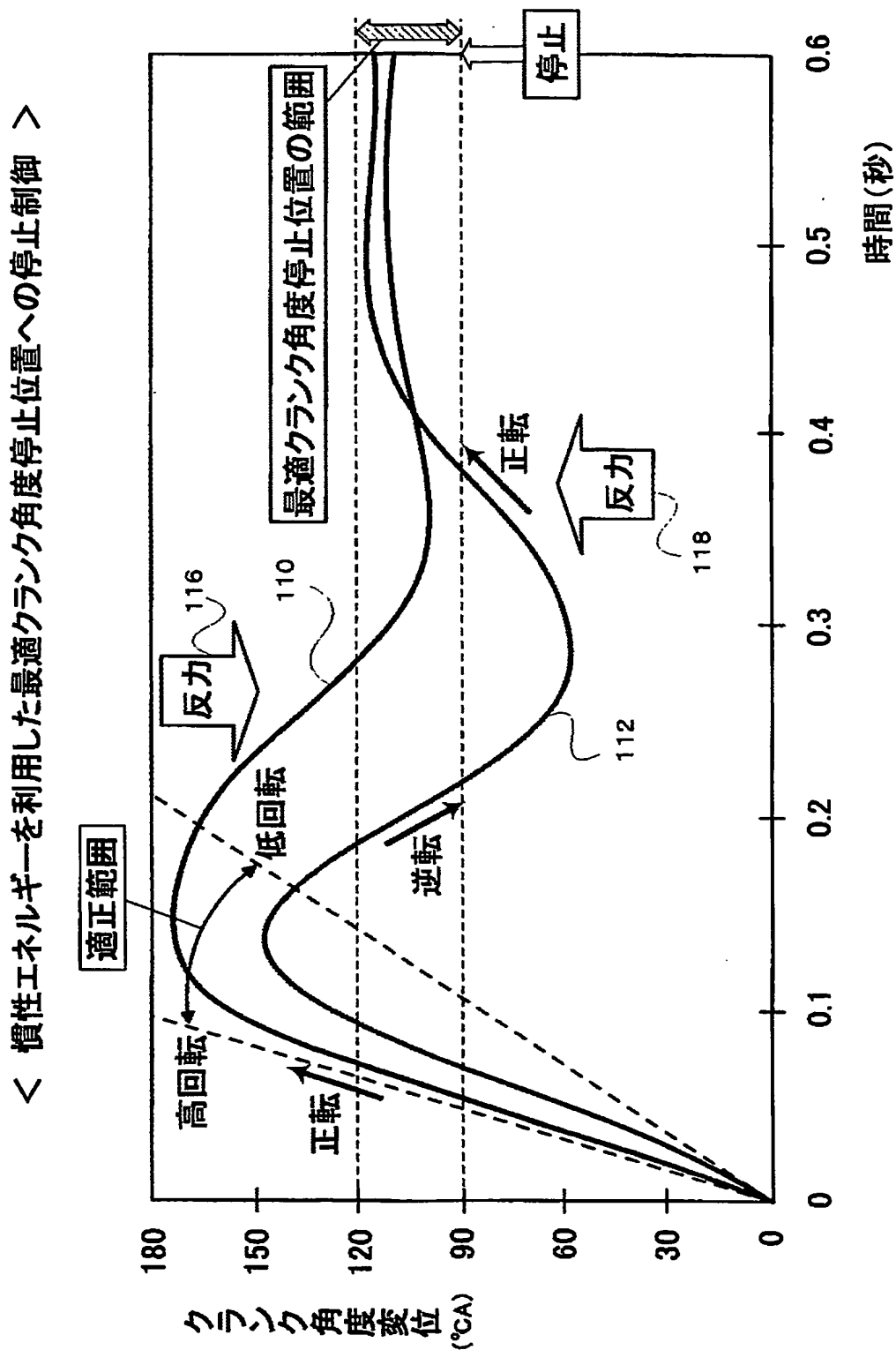
【図2】



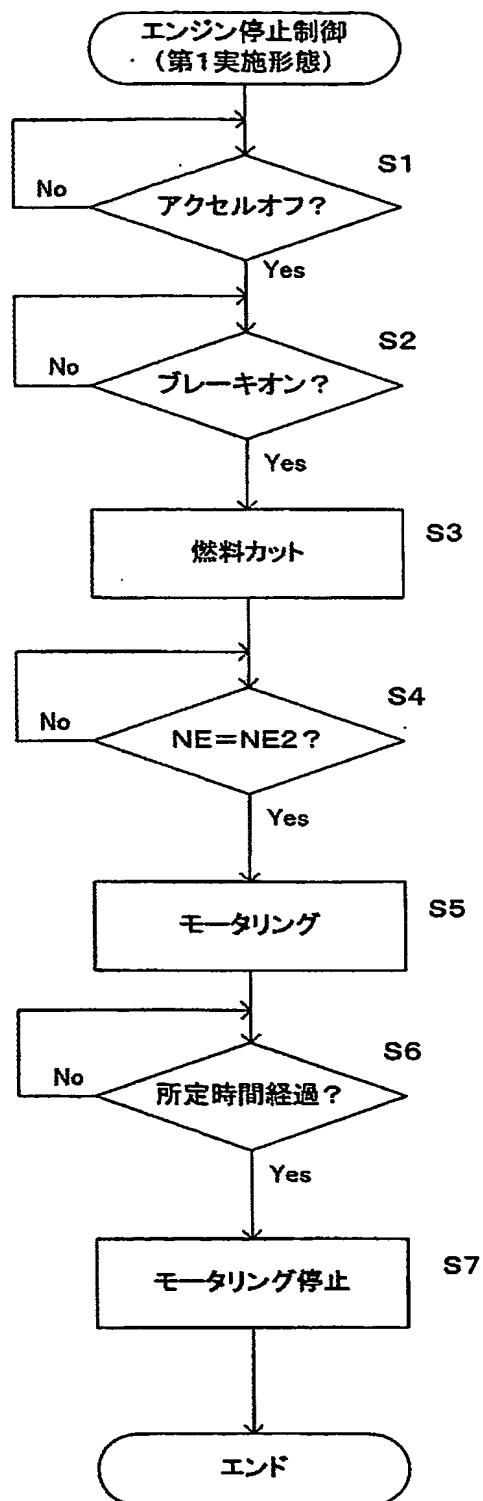
【図 3】



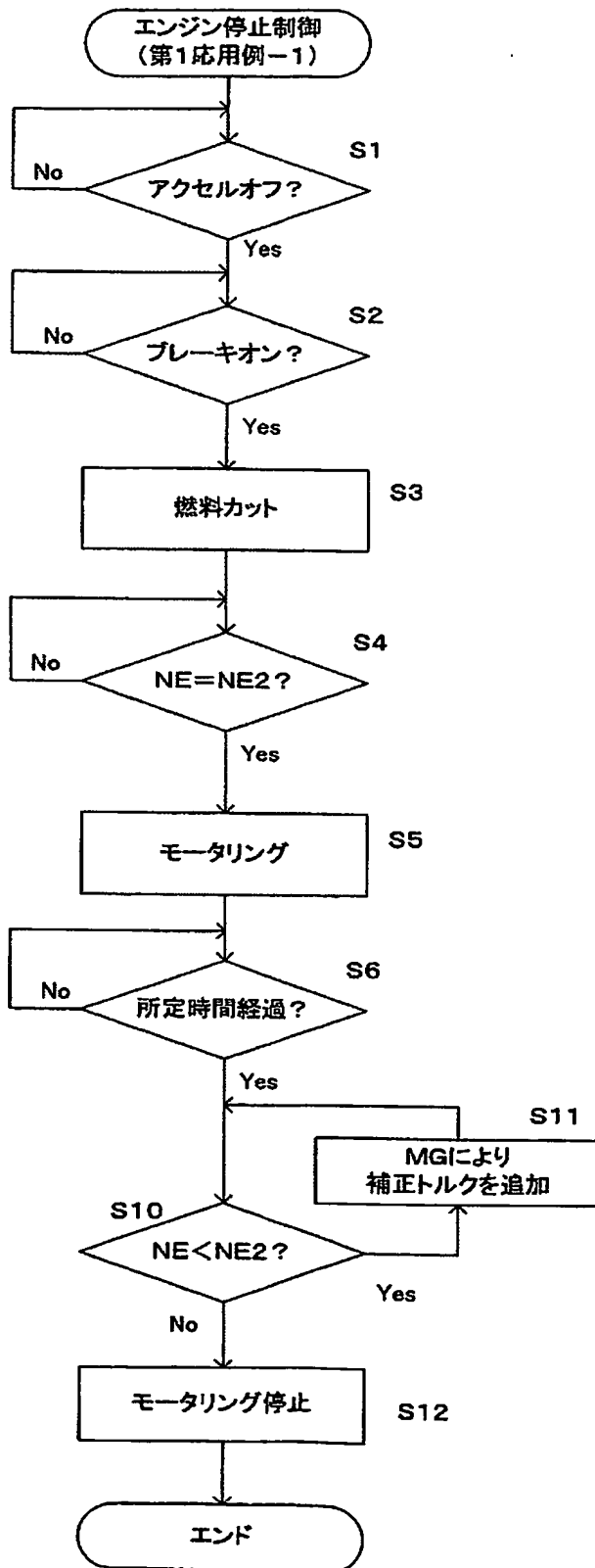
【図 4】



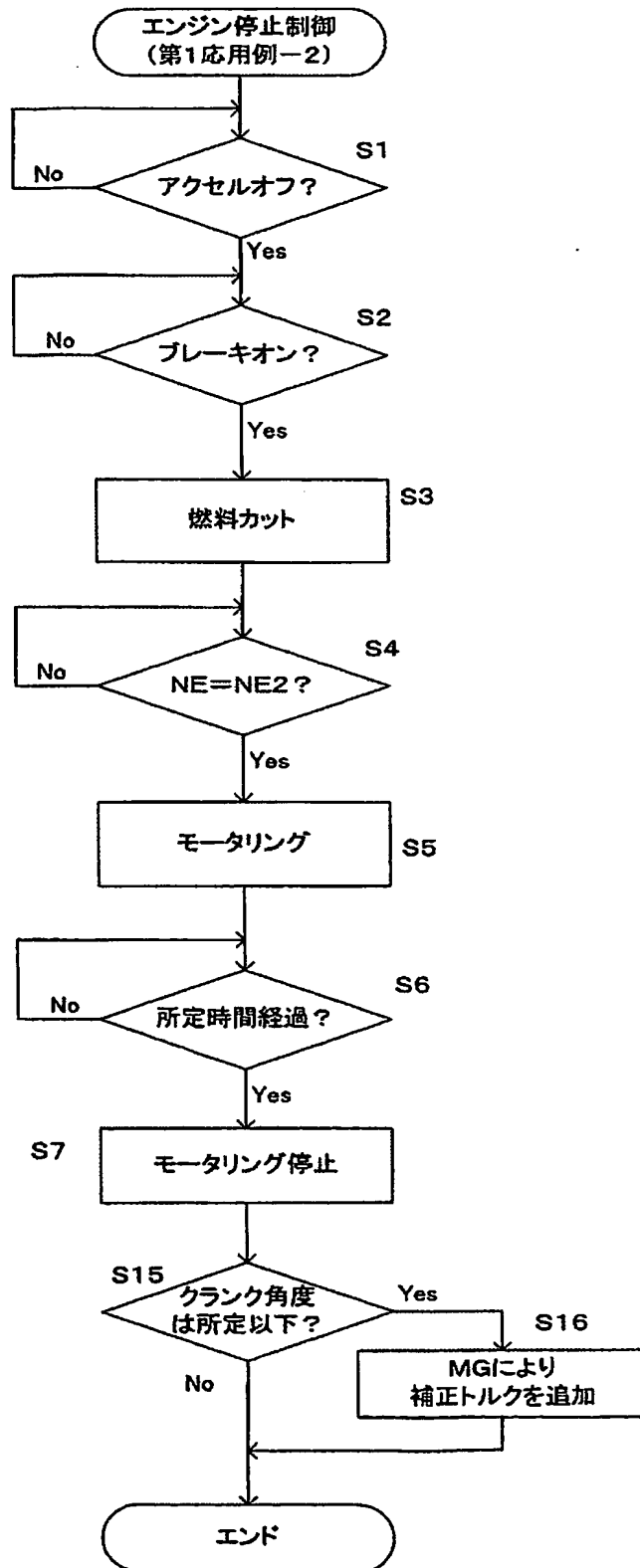
【図 5】



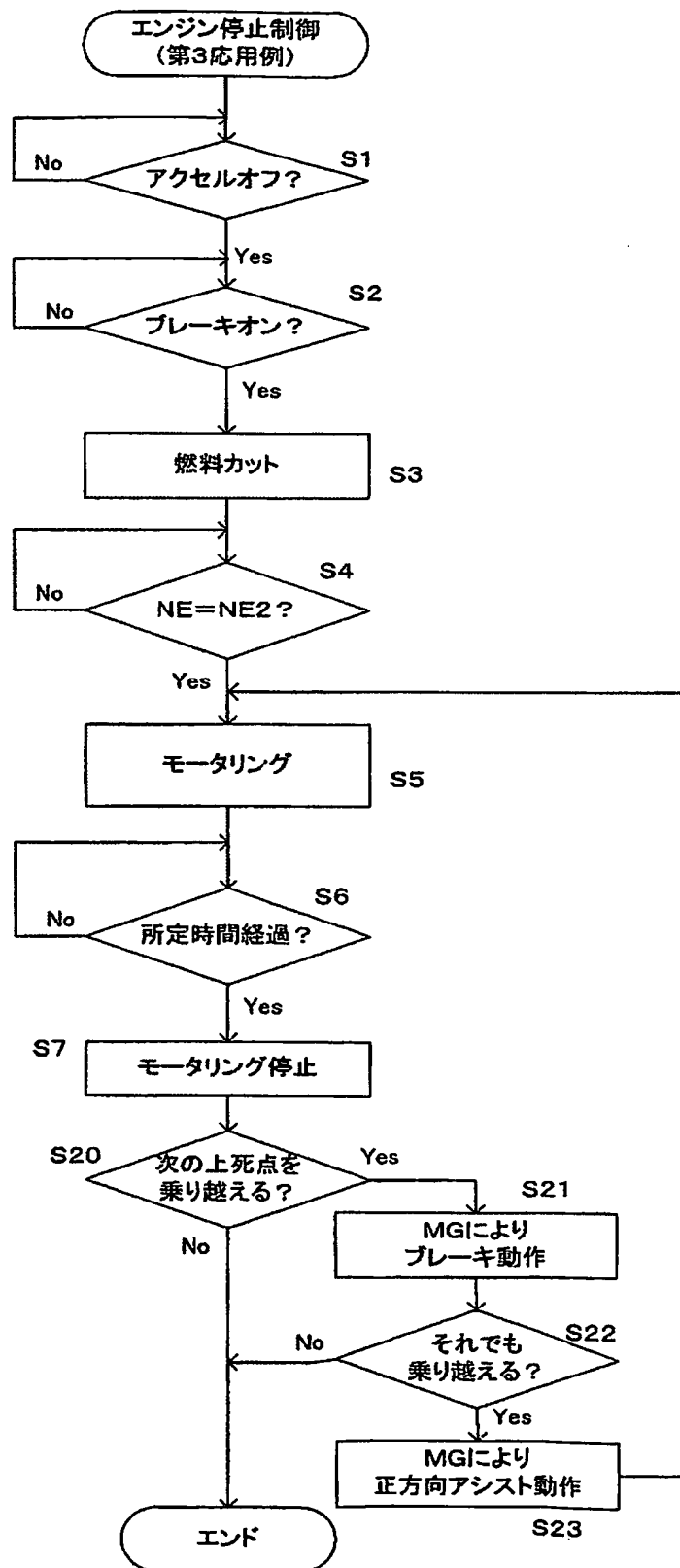
【図6】



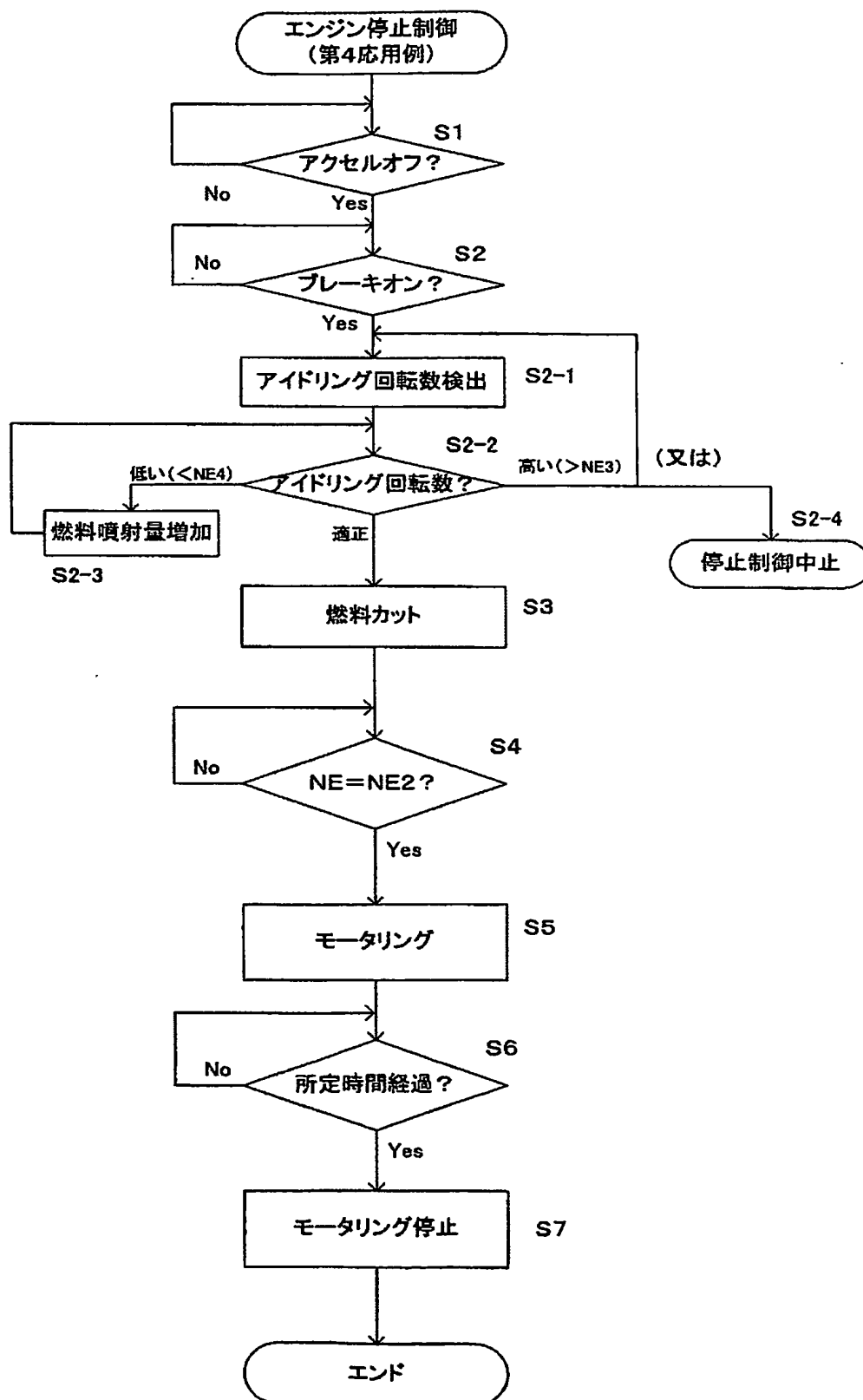
【図 7】



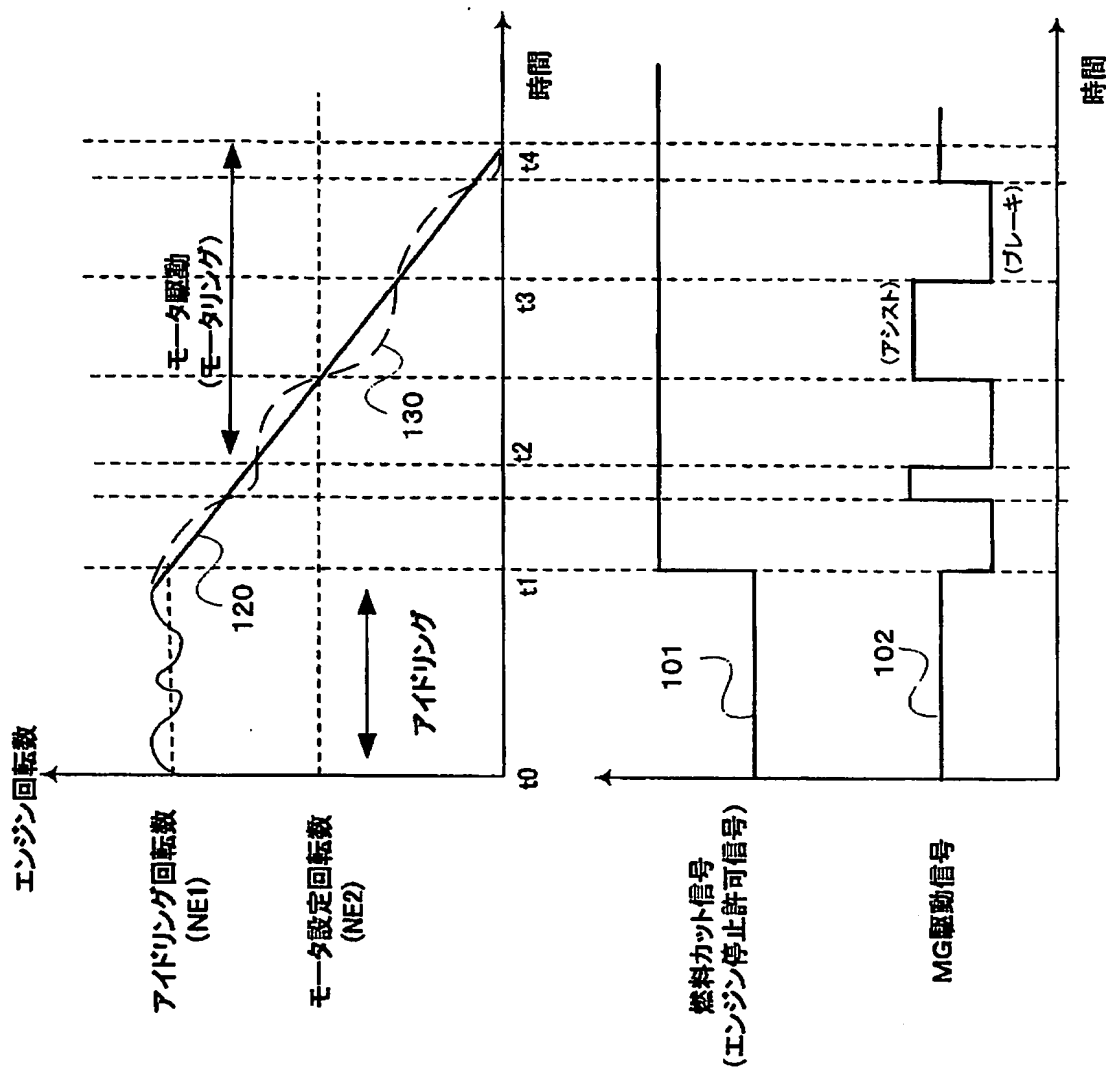
【図 8】



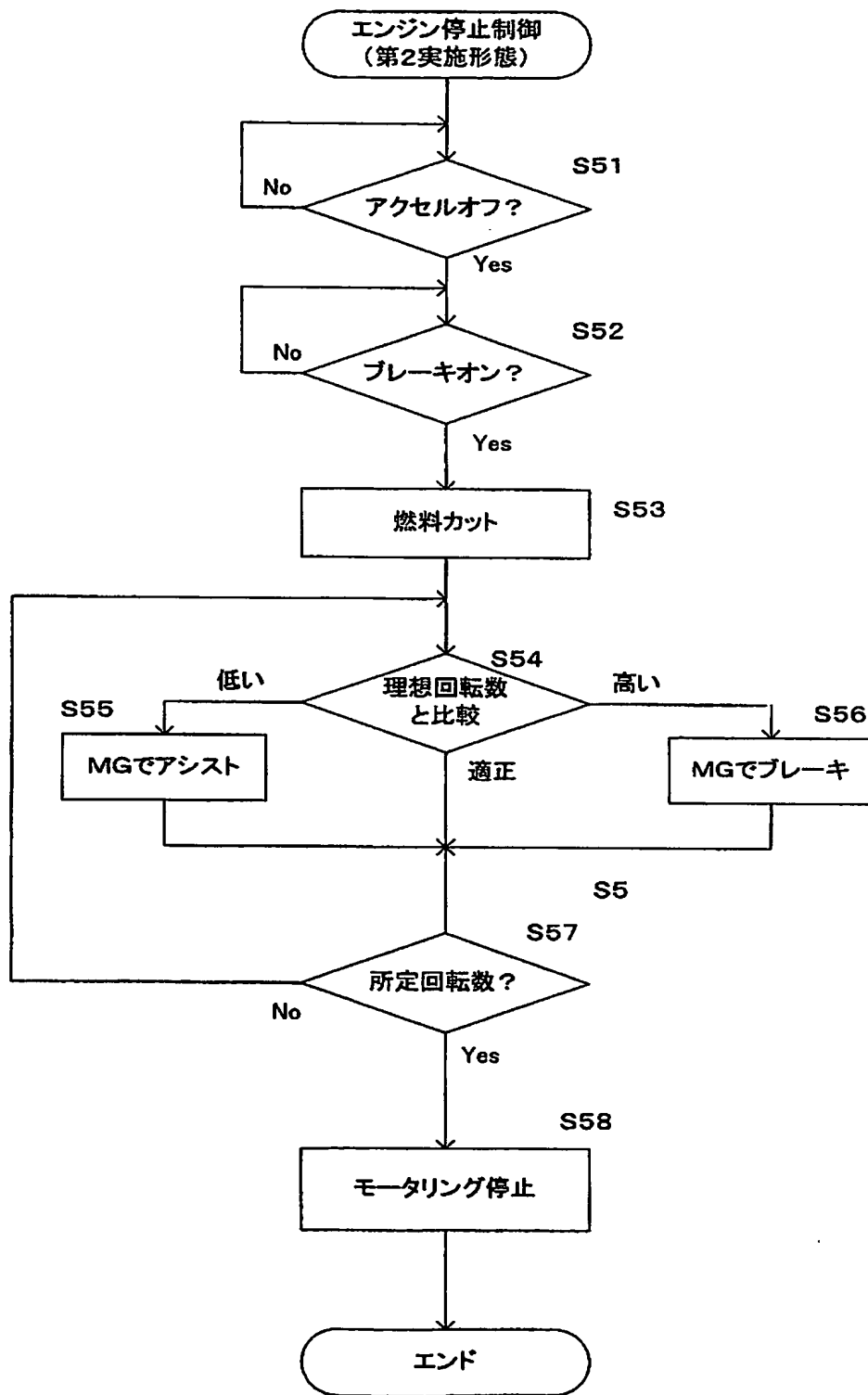
【図 9】



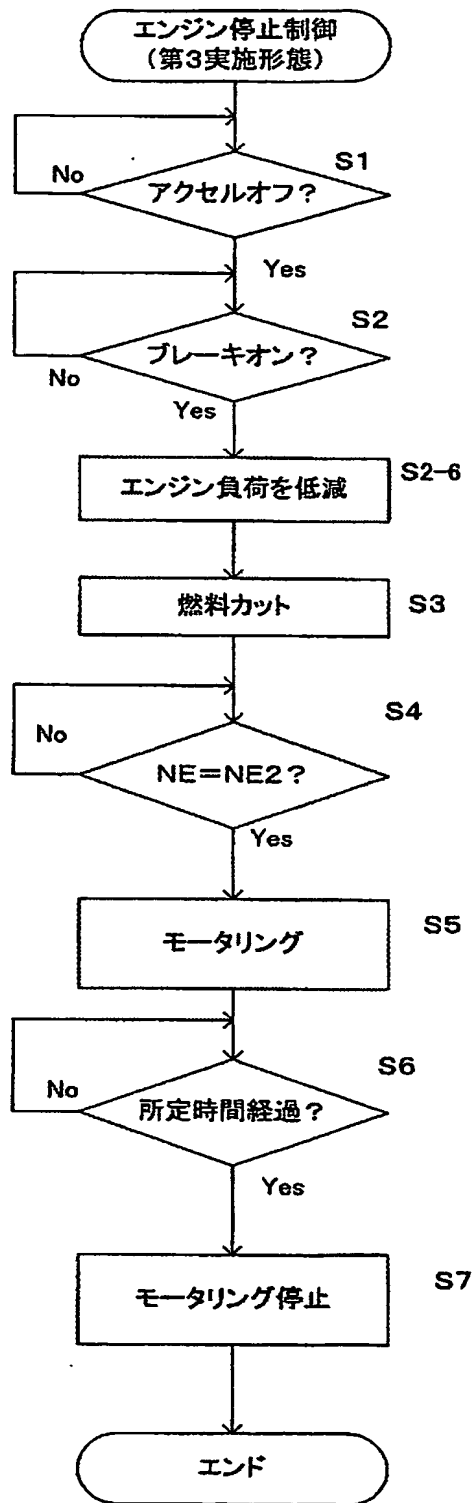
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小さなエネルギーで、所望の停止位置に正確に機関を停止することが可能な内燃機関の停止制御装置を提供する。

【解決手段】 内燃機関の停止時には、機関の燃焼を制御するとともに、例えば機関の回転数を一定に制御する方法により、機関の慣性エネルギーを一定の状態にする。そして、そのように制御された慣性エネルギーを利用して、機関を所定のクランク角度位置に停止する。慣性エネルギーを制御し、それを利用して機関を所定のクランク角度位置に停止させるので、機関の停止位置を制御するために多くのエネルギーを必要とすることがなく、停止制御に要するエネルギーを軽減することができる。また、停止制御に利用される慣性エネルギーは常に所定の状態となるように制御されるので、毎回確実に適正な位置で機関を停止させることが可能となる。

【選択図】 図 1

特願 2003-017562

ページ: 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日

1990年 8月27日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社